



Relatório de Estágio

“Reabilitação da Envolvente e Estrutura do Edifício da
Piscina de Vila Nova de Cerveira”

Mestrado em Engenharia Civil – Construções

Orientador: Engenheiro José Sousa

Supervisor: Engenheiro Sérgio Silva

Relatório de Estágio submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em
Engenharia Civil – Ramo de Construções

André Filipe Flor Ferreira

Outubro de 2015

ÍNDICE GERAL

Índice Geral.....	iii
Resumo.....	v
Abstract	vii
Agradecimentos.....	vii
Índice de Texto.....	xi
Índice de Figuras	xv
Índice de Tabelas.....	xix
1 Introdução	1
2 Estágio em Ambiente Empresarial.....	3
3 Fundamentação teórica	7
4 Caso de Estudo – Piscinas de Cerveira	45
5 Conclusão.....	101
Bibliografia	105
Anexos.....	107

RESUMO

O presente relatório de estágio foi elaborado no âmbito da unidade curricular de DIPRE (Dissertação/Projeto/Estágio), que se encontra no plano de estudos do 2º semestre do 2º ano do Mestrado em Engenharia Civil, no ramo de Construções do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Este documento faz referência ao estágio que se desenvolveu em ambiente empresarial na Telhabel Construções S.A. durante um período de seis meses. Nesse período foi-me dada a oportunidade de acompanhar a obra de Reabilitação e Beneficiação do Edifício das Piscinas Municipais de Vila Nova de Cerveira. Numa primeira fase, o estágio foi desenvolvido no departamento de Subempreitadas da empresa, onde foi possível obter um primeiro contacto com os projetos da obra. Este período teve uma duração de cerca de 1 mês. Na segunda fase do estágio foi-me confiada a função de Diretor de Obra Adjunto, o que permitiu um acompanhamento mais direto da obra e uma participação mais ativa em todos os componentes da obra.

Neste relatório procurou-se descrever algumas técnicas e soluções construtivas utilizadas na intervenção realizada.

O relatório inicia-se com a fundamentação teórica que pretende dar a conhecer alguns conceitos teóricos, de forma a proporcionar uma melhor compressão do caso de estudo. A segunda parte deste relatório faz referência à aplicação dessas técnicas e soluções. Como no desenvolvimento do estágio tive oportunidade de ter uma intervenção bastante direta e ativa, será feita também uma referência a algumas situações onde esta participação foi mais notada.

Este edifício, cuja arquitetura data a década de 90 do século passado, é tido como uma referência em Vila Nova de Cerveira, uma vez que se trata de um edifício com grande presença e singularidade a nível arquitetónico. Na intervenção que se realizou foram poucas as especialidades e zonas do edifício que não sofreram qualquer tipo de intervenção. Contudo, este relatório teve como grande foco a intervenção e o tratamento a que a estrutura metálica foi alvo. Este enfoque justifica-se com base na complexidade e importância que esta intervenção teve na globalidade da obra.

Palavras-chave: Reabilitação, proteção anticorrosiva, estrutura metálica, Piscina Municipal de Vila Nova de Cerveira.

ABSTRACT

The following internship report was written as part of the course of DIPRE (Thesis / Project / Internship), which is inserted in the syllabus of the 2nd semester of 2nd year of the Master degree in Civil Engineering in the construction branch of the Instituto Superior de Engenharia do Porto.

This document makes reference to the internship that was developed in a business environment in Telhabel Constructions S.A. over a six months period. During that time, I was given the opportunity to follow the work of Rehabilitation and Improvement of the Municipal Swimming Pools building, located in Vila Nova de Cerveira. Initially, the internship was developed in the company's Subcontracting department, where it was possible to obtain a first contact with the work projects. This period lasted about one month. In the second phase of the internship I was given the chance to perform as the assistant Technical Project Manager, which allowed me to perceive a more direct accompaniment of the work and, with that, a much more active participation on the overall project components.

This report describes some technical and constructive solutions used in the intervention performed.

The report begins with the theoretical foundations that aims to present some theoretical concepts in order to provide a better understanding of the case study. The second section of this report refers to the applications of that techniques and solutions. Since I had the opportunity, during the internship, to have a very direct intervention, it will also contain a reference to some situations where this participation was more notable.

This building, whose architecture dates from the 90s of the last century, is considered a reference in Vila Nova de Cerveira, due to its great presence and singularity in the architectural level. With that being said, in the intervention that took place afterwards, few specialties and building zones have not suffered any kind of intervention. However, this report has a major focus in the intervention and treatment of the metal structure which can be justified based on the complexity and importance of this particularly intervention on the overall work.

Keywords: Rehabilitation, corrosion protection, metal structure, Vila Nova de Cerveira swimming pool.

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho não era possível sem ajuda de algumas pessoas, às quais expresso aqui o meu eterno agradecimento.

Ao meu orientador, Engenheiro José Sousa, gostaria de apresentar os meus sinceros agradecimentos por todo o conhecimento transmitido não só na elaboração deste relatório como também durante todo o meu percurso académico, pela disponibilidade, interesse e preocupação demonstrados ao longo de todo o semestre.

Demonstro também a minha gratidão a todos os funcionários da Telhabel Construções S.A. pela forma como me receberam e trataram durante o período de realização do estágio, em especial ao Engenheiro Sérgio Silva, Sr. Américo Fernandes, Engenheira Ana Barros e Engenheiro João Ruivo por todos os ensinamentos que me transmitiram.

Este relatório representa também o culminar do meu percurso académico, pelo que tenho de agradecer às pessoas que me moldaram e tornaram possível chegar ao fim desta importante etapa da minha vida.

A todos os meus colegas de curso que me acompanharam e ajudaram nesta etapa em especial à Carolina Pinto, Emanuel Silva e Miguel Dias pela amizade e espírito de entreaajuda que sempre demonstraram.

A todos os meus amigos e namorada pelo apoio, compreensão e incentivo que sempre demonstraram.

Por fim, aos meus pais e irmã por me darem a oportunidade de frequentar este curso e por serem os pilares basilares da minha vida.

ÍNDICE DE TEXTO

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Objetivo	1
1.3	Estrutura do Relatório de Estágio	1
2	Estágio em ambiente empresarial	3
2.1	Empresa	3
2.2	Descrição da obra	5
3	Fundamentação teórica	7
3.1	Efeito da corrosão	7
3.2	Velocidade de corrosão.....	9
3.3	Proteção ao efeito da corrosão	9
3.4	Tratamento da superfície	11
3.5	Proteção de estruturas metálicas	13
3.5.1	Revestimentos metálicos	13
3.5.2	Proteção por Pintura	17
3.5.3	Esquema de Pintura	17
3.5.4	Seleção do Esquema de Pintura.....	18
3.6	Caixilharia.....	21
3.6.1	Caixilharia de Alumínio	21

3.6.2	Corte térmico	23
3.7	Vidro	25
3.7.1	Vidro temperado	26
3.7.2	Vidro laminado	26
3.7.3	Vidro Duplo	27
3.8	Aglomerado de partículas de madeira longas e orientadas	30
3.9	Barreira Pára-Vapor	32
3.9.1	Processo de seleção.....	32
3.10	Isolamento Térmico.....	34
3.10.1	Classificação.....	34
3.11	Sistema de cobertura em Zinco	36
3.11.1	Efeito da corrosão e durabilidade	36
3.11.2	Sistema de Junta agrafada.....	37
3.12	Segurança e Saúde na Construção	39
3.12.1	Coordenação de Segurança em Projeto	39
3.12.2	Coordenação de Segurança em Obra	41
4	Caso de Estudo – Piscinas de Cerveira	45
4.1	Processo Construtivo.....	48
4.2	Avaliação da estrutura metálica	51
4.3	Tratamento da superfície.....	52
4.4	Pormenores de execução.....	53
4.4.1	Secção 1	53
4.4.2	Secção 2	59
4.4.3	Secção 3	61
4.4.4	Secção 4	62
4.5	Estrutura Secundária	64
4.6	Proteção Anticorrosiva.....	64

4.7	Esquema de Pintura	66
4.7.1	Primário	66
4.7.2	Subcapa	68
4.7.3	Acabamento	70
4.8	Caixilharia.....	72
4.8.1	Sistema N15 200	72
4.8.2	Sistema N14 200	73
4.9	Vidro.....	75
4.10	Aglomerado de partículas de madeira longas e orientadas	79
4.11	Barreira pára-vapor	82
4.12	Isolamento térmico.....	84
4.12.1	Poliestireno Extrudido	84
4.12.2	Poliuretano Projetado	85
4.13	Cobertura em Zinco	87
4.13.1	Instalação em Obra	87
4.13.2	Pendente	90
4.14	Segurança.....	92
4.14.1	Procedimento de Segurança	93
4.14.2	Medidas de Prevenção.....	94
5	Conclusão.....	101
5.1	Considerações Finais	101
	Bibliografia	105
	Anexos.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Organograma da Telhabel Construções S.A. (2015)	4
Figura 2.2 – Área de Implantação (Google Maps, 2015).....	5
Figura 3.1 – Revestimento nobre (2015).....	13
Figura 3.2 – Revestimento de sacrifício (2015)	13
Figura 3.4 – Pulverização com chama (Portal Met@alica Construção Civil, 2015).....	15
Figura 3.3 – Esquema de princípio da pulverização com chama (PROTCOM, 2015)	15
Figura 3.5 – Esquema de princípio da pulverização com arco elétrico (PROTCOM, 2015).....	15
Figura 3.6 – Pulverização com arco elétrico (Castolin Eutectic, 2009)	15
Figura 3.7 – Processo de galvanização por imersão a quente (Pannoni).....	17
Figura 3.8 – Esquema de pintura (Rodrigues, 2010).....	17
Figura 3.9 – Caixilharia com corte térmico (Archiproducts, 2015)	23
Figura 3.10 – Caixilharia sem corte térmico (2015)	23
Figura 3.11 – Comportamento térmico de uma caixilharia sem corte térmico (Gobar, 2015).....	24
Figura 3.12 – Comportamento térmico de uma caixilharia com corte térmico (Gobar, 2015)	24
Figura 3.13 – Vidro laminado (ntvglass, 2015).....	27
Figura 3.14 – Componentes de um vidro duplo comum (FINSTRAL, 2009)	28
Figura 3.15 – Fixações (European Panel Federation)	30
Figura 3.16 – Processo de instalação do sistema de junta agrafada (Cobzinc, 2015)	37
Figura 3.17 – Filme de polietileno de alta densidade (vmzinc, 2015)	38
Figura 4.1 – Edifício das Piscinas no início da intervenção (2015)	46
Figura 4.2 – Topo da cúpula no início da intervenção (2015).....	46
Figura 4.3 – Estrutura metálica e revestimentos no início da intervenção (2015)	46
Figura 4.4 – Divisão da estrutura em frações (2015)	49

Figura 4.5 – Execução de trabalhos na estrutura com o auxílio de plataformas elevatórias (2015).....	50
Figura 4.6 – Estrutura metálica sem revestimentos (2015)	51
Figura 4.7 – Parafusos em estado avançado de corrosão (2015)	51
Figura 4.8 – Tratamento da superfície no topo da cúpula (2015).....	52
Figura 4.9 – Tratamento da superfície na estrutura metálica (2015)	52
Figura 4.10 – Identificação dos três primeiros níveis (2015)	53
Figura 4.11 – 2º Segmento do pormenor de execução definido em projeto (Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira, 2012)	54
Figura 4.12 – 1º Segmento do pormenor de execução definido em projeto (Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira, 2012)	54
Figura 4.13 – Solução final para o 2º e 3º nível da estrutura (Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira, 2015).....	55
Figura 4.14 – Solução final para 1º nível da estrutura (Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira, 2015)	56
Figura 4.15 – Execução do pormenor de execução para o 1º nível (2015)	57
Figura 4.16 – Reforço pontual para a caleira (2015).....	57
Figura 4.17 – Instalação dos perfis tubulares no 1º nível (2015)	58
Figura 4.18 – 1º Nível após a execução dos trabalhos, visto pelo interior (2015).....	58
Figura 4.19 – Perfil em estado avançado de corrosão (2015).....	59
Figura 4.20 – Pormenor de execução da secção 2 (Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira, 2015)	59
Figura 4.21 – Entrada da plataforma elevatória para o tanque da piscina (2015)	60
Figura 4.22 – Plataforma elevatória no interior da piscina (2015)	60
Figura 4.23 – Aplicação dos perfis RHS 80x40x3,2 na secção 2 (2015)	61
Figura 4.24 – Pormenor de aplicação dos perfis RHS 80x40x3,2 na secção 2 (2015).....	61
Figura 4.25 – Pormenor de execução da secção 3 (2015)	62
Figura 4.26 – Desenho de pormenor da secção 4 (2015)	63
Figura 4.27 – Ligação entre os perfis tubulares (2015).....	65

Figura 4.28 – Pilar revestido com a camada de primário (2015)	67
Figura 4.29 – Aplicação da subcapa num pilar da estrutura metálica (2015)	69
Figura 4.30 – Camada de acabamento aplicada na estrutura metálica (2015)	71
Figura 4.31 – Sistema N15 200 (navarra, 2015)	72
Figura 4.32 – Sistema 14 200 (navarra, 2015)	73
Figura 4.33 – Esquema do vidro duplo utilizado (Vitrochaves, 2015)	75
Figura 4.34 – Parafuso M6 em aço inox (2015).....	79
Figura 4.35 – Parafusos pulverizados com <i>spray</i> de zinco (2015).....	80
Figura 4.36 – Aplicação das placas de OSB no topo da cúpula (2015)	80
Figura 4.37 – Cúpula após a intervenção realizada (2015)	81
Figura 4.38 – Esquema de cobertura (2015)	82
Figura 4.39 – Encaixe madeira (2015).....	85
Figura 4.40 – Sem encaixe (2015)	85
Figura 4.41 – Encaixe macho/fêmea (2015)	85
Figura 4.42 – Pormenor de execução para o isolamento térmico em poliuretano projetado (2015).....	86
Figura 4.43 – Disposição dos reforços pontuais para a caleira (2015).....	88
Figura 4.44 – Esquema de parafuso de cabeça chata (Tecnofix, 2015)	88
Figura 4.45 – Identificação das ligações entre os tramos retos (Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira, 2015)	89
Figura 4.46 – Pormenor de ligação nº 1 (2015).....	90
Figura 4.47 – Pormenor de ligação nº 2 (2015).....	90
Figura 4.48 – Sistema de junta agrafada (2015).....	91
Figura 4.49 – Aplicação do sistema de junta agrafada (2015)	91
Figura 4.50 - Andaime (Catari, 2012)	96

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Classes de corrosão (EN ISO 12944-2, 1998).....	8
Tabela 2 – Durabilidade (EN ISO 12944-1, 1998)	19
Tabela 3 – Tempo de secagem a diferentes temperaturas da camada de primário (CIN, 2014)	68
Tabela 4 - Tempo de secagem a diferentes temperaturas da camada de primário (CIN, 2014).....	69
Tabela 5 - Tempo de secagem a diferentes temperaturas da subcapa (CIN, 2014).....	71
Tabela 6 – Constituição do vidro duplo (Vitrochaves, 2015)	75
Tabela 7 – Características Luminosas e Energéticas (Vitrochaves, 2015).....	76
Tabela 8 – Características do vidro duplo (Vitrochaves, 2015)	76
Tabela 9 – Propriedades Térmicas (Vitrochaves, 2015)	76
Tabela 10 – Características Luminosas (Vitrochaves, 2015)	77
Tabela 11 – Características Energéticas (Vitrochaves, 2015).....	77
Tabela 12 – Equipamentos de Proteção Individual (2015)	98

1 INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

A conservação do património e a reabilitação urbana são, cada vez mais subsectores estratégicos para o futuro da construção em Portugal e na Europa. As obras de reabilitação, manutenção, beneficiação ou mudança de uso têm vindo a ganhar terreno, inclusive, em algumas cidades em Portugal ultrapassou a construção nova.

O crescimento do sector da construção em Portugal através da reabilitação tem vindo a despertar o interesse na área da engenharia, de tal modo que tem vindo a suscitar a investigação e o desenvolvimento de materiais e de novas técnicas de construção.

A construção sustentável e a eficiência energética têm vindo a ganhar protagonismo nos dias de hoje, pelo que tem havido a preocupação de inserir estes conceitos na recuperação e reabilitação de edifícios.

1.2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho passa por demonstrar os conhecimentos adquiridos ao longo da formação académica e posteriormente desenvolvidos, num contexto de estágio, em ambiente empresarial.

Na empresa foi dada a possibilidade de acompanhar e de desempenhar a função de Diretor de Obra adjunto, na obra de Reabilitação e Beneficiação do edifício da Piscina Municipal de Vila Nova de Cerveira. Procurou-se desenvolver competências e cumprir com a função atribuída com a maior exigência e rigor.

1.3 ESTRUTURA DO RELATÓRIO DE ESTÁGIO

O presente relatório de estágio encontra-se estruturado em quatro capítulos.

No primeiro capítulo é efetuada uma introdução ao tema abordado, apresentando um breve enquadramento e os principais objetivos pretendidos.

Como este documento faz referência ao estágio que se desenvolveu em ambiente empresarial durante um período de seis meses, este capítulo faz referência à empresa e à obra sobre qual recaiu a atenção durante a realização do estágio.

O terceiro capítulo tem como finalidade definir e expor os principais conceitos teóricos e técnicos das soluções construtivas abordadas no capítulo 5.

O quarto capítulo faz referência ao caso de estudo. São apresentadas algumas soluções construtivas realizadas na obra sobre qual recaiu a atenção durante a realização do estágio. Serão também indicadas quais foram as principais funções desempenhadas durante a realização do estágio.

No quinto e último capítulo são apresentadas as conclusões e as considerações finais sobre o trabalho desenvolvido.

2 ESTÁGIO EM AMBIENTE EMPRESARIAL

O presente documento faz referência ao estágio que se desenvolveu em ambiente empresarial no âmbito da unidade curricular de DIPRE (Dissertação/Projeto/Estágio), que se encontra no plano de estudos do 2º semestre do 2º ano do Mestrado em Engenharia Civil, no ramo de Construções do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Neste capítulo será feita uma apresentação da empresa onde foi desenvolvido o estágio e da obra sobre a qual recaiu a atenção durante a realização do mesmo.

2.1 EMPRESA

A Telhabel Construções S.A. é uma empresa que conta com mais de 40 anos de experiência, tendo sido fundada em 1973. É uma empresa que tem vindo a apostar no dinamismo e diversificando as áreas onde se insere.

Iniciou a sua atividade na produção e comercialização de telha de betão, tendo sido uma das empresas introdutoras deste produto no mercado português.

Na década de 80 alarga a sua produção para estruturas pré-fabricadas de betão, aproveitando o crescimento e desenvolvimento desta indústria no país.

Após a consolidação na indústria de pré-fabricação em Portugal, o ano de 1996 fica marcado pela entrada da Telhabel Construções S.A. no sector de construção de obras públicas em Portugal. Esta tem sido uma aposta que se mantém até à atualidade, tendo neste momento como maiores clientes o Parque Escolar e algumas Autarquias de Norte a Sul do país.

No início do século XXI, a Telhabel Construções S.A. numa estratégia de internacionalização começa a procurar novos mercados, criando em 2006 a Telhabel Construções Angola S.A.. Podendo desta forma, para além do benefício próprio, dar o seu contributo para a evolução da economia Angolana de uma forma positiva, melhorando a qualidade de vida das populações.

Neste momento a Telhabel Construções S.A. encontra-se sediada em Portugal, na localidade de Vila Nova de Famalicão e em Luanda, Angola. Podendo assim dar continuidade à filosofia que desde sempre acompanhou a empresa, que passa pela aposta na inovação e na procura de novas soluções de gestão, que possibilitem atuar com eficácia na realização de obras nos sectores privado, público e de investimento próprio.

A Telhabel Construções S.A. possui o registo de alvará apresentado no Anexo A. É uma empresa que geralmente recorre ao regime de subempreitadas, com o objetivo de melhorar a sua produtividade.

Para uma melhor perceção da organização da empresa em Portugal, apresenta-se na Figura 2.1 o organograma da empresa. Destaca-se o departamento de Subempreitadas e o departamento de Direção de Obra, dado que, este foram os departamentos onde se desenvolveu o Estágio.

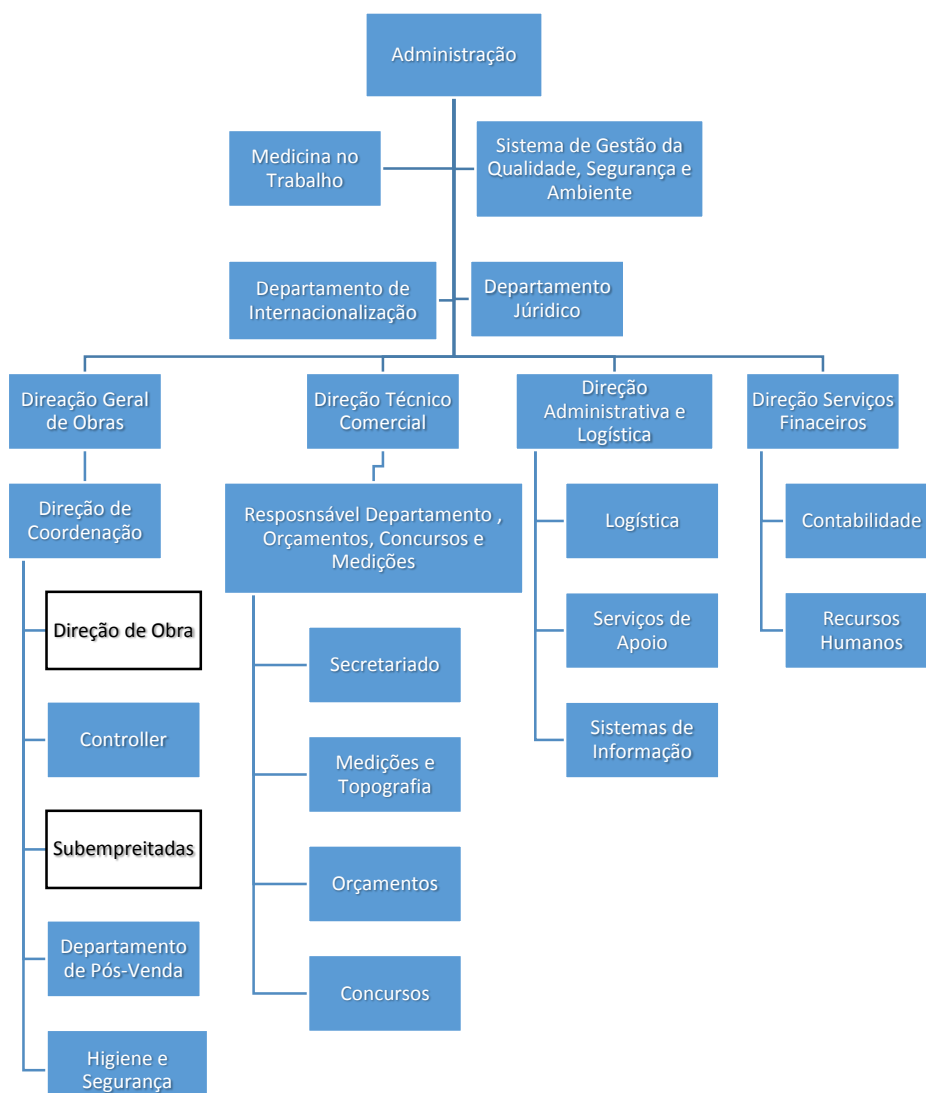


Figura 2.1 – Organograma da Telhabel Construções S.A. (2015)

2.2 DESCRIÇÃO DA OBRA

A presente obra, sobre a qual recaiu a atenção durante a realização do estágio, refere-se ao projeto de Reabilitação e Beneficiação do Edifício da Piscina Municipal de Vila Nova de Cerveira. O edifício encontra-se localizado a Noroeste de Portugal no concelho de Vila Nova de Cerveira, distrito de Viana do Castelo.

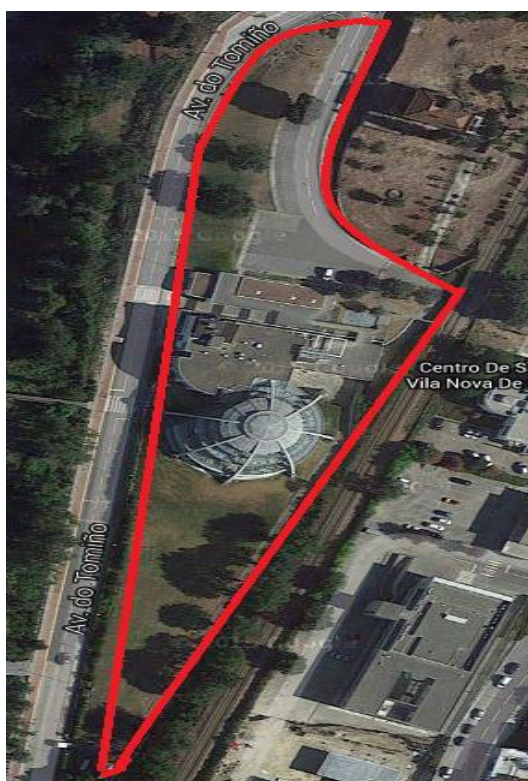


Figura 2.2 – Área de Implantação (Google Maps, 2015)

O edifício existente, inaugurado a 31 de Maio de 1997, é uma referência em Vila Nova de Cerveira, uma vez que se trata de um edifício com uma arquitetura singular e de grande valor para os habitantes do concelho. É também considerado um elemento importante para a economia local, uma vez que, recebe mensalmente em média 1.600 utentes, dos quais cerca de metade são de nacionalidade Espanhola.

O edifício, constituído por 3 pisos, possui uma área de implantação de 1791,69 m² e uma área bruta de construção de 4774,67 m². As plantas do edifício encontram-se no Anexo B. É de notar que nem todos os compartimentos do edifício foram alvos de intervenção, contudo os que foram encontram-se identificados no anexo supra mencionado.

Esta intervenção visa remodelar e reabilitar o edifício, modernizando os espaços que o compõem e alterando a sua disposição sem desrespeitar a identidade do edifício. De forma a minimizar os gastos energéticos do edifício, foram também adotadas soluções energeticamente mais eficientes. No entanto, o principal objetivo do projeto passa pela recuperação do edifício, de forma a proporcionar aos seus utilizadores todas as condições de segurança e conforto.

O edifício, numa fase antecessora à intervenção, apresentava inúmeras patologias e anomalias que comprometiam o conforto e segurança dos seus utilizadores. Algumas destas anomalias e patologias passavam pelo avançado estado de corrosão da estrutura metálica, do aparecimento de patologias em diversos locais provocadas pela humidade, da falta de estanquidade dos dois tanques da piscina, entre outras.

A empreitada após concurso público, foi adjudicada à Telhabel Construções S.A. por um valor a rondar o 1,5M €, sendo comparticipada em 85% pelos fundos comunitários.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo tem como finalidade definir e expor os principais conceitos teóricos e técnicos das soluções construtivas abordadas no capítulo 4. Os conceitos teóricos aqui abordados servem de base para uma melhor compreensão das técnicas e soluções aplicadas na intervenção que se realizou no Edifício das Piscinas Municipais de Vila Nova de Cerveira.

3.1 EFEITO DA CORROSÃO

A corrosão metálica é um processo de deterioração dos materiais metálicos, pela ação química ou eletroquímica do meio, que pode estar ou não associada a esforços mecânicos.

O tipo de ação do meio ambiente sobre o material condiciona o tipo de processo de corrosão. Este processo de corrosão pode ser dividido em dois grandes grupos:

- Corrosão eletroquímica;
- Corrosão química.

De uma forma simplificada, na corrosão eletroquímica existe formação de uma pilha, com circulação de eletrões na superfície metálica, normalmente ocorre na presença de água no estado líquido. Na corrosão química, existe interação direta entre o metal e o meio corrosivo, normalmente ocorre sem a presença de água líquida e com temperaturas elevadas.

A norma ISO 12944-2 categoriza o meio ambiente a que um material pode estar exposto, como se pode verificar na tabela seguinte:

Tabela 1 – Classes de corrosão (EN ISO 12944-2, 1998)

Classe de corrosão	Exemplos de ambientes típicos em climas temperados (apenas informativo)	
	Exterior	Interior
C1 (muito baixa)	-	Edifícios aquecidos, com atmosferas limpas (escritórios, lojas, escolas, hotéis)
C2 (baixa)	Atmosferas com baixo nível de poluição. Principalmente áreas rurais	Edifícios não aquecidos onde a condensação pode ocorrer (depósitos, pavilhões desportivos)
C3 (Média)	Atmosferas urbanas e industriais com poluição moderada de SO ₂ Áreas costeiras com baixa salinidade	Salas de produção com alta humidade e alguma poluição (instalações de processamento de alimentos, lavandarias, fábricas de cervejas e de lacticínios)
C4 (Alta)	Áreas industriais e áreas costeiras com Industrias químicas, piscinas, estaleiros navais elevada salinidade	Indústrias químicas, piscinas, estaleiros navais
C5 I (Muito alta - Industrial)	Áreas industriais com alta humidade e atmosfera agressiva	Edifícios e áreas com condensação quase permanente e com alta poluição
C5 M (Muito alta - Marítima)	Áreas costeiras e “ <i>offshore</i> ” com alta salinidade	Edifícios e áreas com condensação quase permanente e com alta poluição

3.2 VELOCIDADE DE CORROSÃO

Velocidade de corrosão designa-se pela perda de massa de um material metálico por unidade de área em função do tempo. A velocidade de corrosão difere consoante o ambiente a que o material se encontra exposto. Habitualmente divide-se o ambiente em três categorias (Pereira, 2006):

- Ambiente atmosférico;
- Exposição direta com água doce ou salgada;
- Exposição direta com o solo.

No entanto, existem outros fatores que influenciam a velocidade de corrosão, que por consequência, pode levar a variações dentro da mesma categoria de ambiente.

Numa estrutura é habitual encontrar zonas com diferentes velocidades de corrosão. Esta diferença normalmente surge devido à criação de microclimas na mesma estrutura.

3.3 PROTEÇÃO AO EFEITO DA CORROSÃO

O aço não protegido em contacto com a atmosfera, com a água ou com o solo encontra-se sujeito ao efeito da corrosão. Desta forma, as estruturas de aço deverão ser protegidas, para que a sua resistência e estabilidade seja garantida.

A proteção do aço pode ser feita das seguintes formas (Rodrigues, 2010):

➤ **Isolando o material do meio envolvente**

O isolamento do material ao meio envolvente pode ser feito de duas formas: A primeira é através de revestimentos metálicos, que pode ser através do processo de galvanização ou de metalização; o segundo processo é através de esquemas de pintura.

➤ **Atuando sobre o meio envolvente**

Outra forma de proteger o aço é atuando sobre o meio envolvente, através de um sistema eficiente de ventilação e desumidificação do meio ambiente.

➤ **Conceção da estrutura**

A proteção de uma estrutura metálica contra o efeito da corrosão inicia-se, desde logo na conceção da estrutura. É importante evitar locais de retenção de água e prever ventilação e drenagem da estrutura.

3.4 TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE

A eficiência dos revestimentos anticorrosivos está diretamente relacionada com a preparação da superfície a ser tratada. Uma base limpa, livre de oxidação e de outras impurezas é fundamental para que um tratamento anticorrosivo seja eficaz. Outro aspeto fundamental é uma correta seleção do método de tratamento da superfície. Esta seleção deve ser feita tendo em conta o material a proteger, o ambiente envolvente, a expectativa de vida útil e o sistema de pintura a utilizar.

Tratando-se de uma reabilitação, a estrutura metálica encontrava-se revestida com um esquema de pintura aplicado no momento da sua construção. Consequentemente, este esquema de pintura previamente aplicado deve ser avaliado, determinando-se assim o seu grau de degradação. A norma ISO 8501-2 define graus de preparação de superfícies de aço previamente pintados. Cada um dos graus de preparação é designado pelas letras «Sa», «St» ou «Ma» que indicam o método de limpeza utilizado. A letra P antes da designação indica somente uma eliminação localizada dos revestimentos pré-existentes. Os números que são colocados a seguir à designação indicam o grau de limpeza referente à calamina, à ferrugem e aos revestimentos pré-existentes (ISO 8501-2, 2001).

A preparação da superfície por projeção de abrasivo localizado é designada pelas letras «P Sa». Em seguida, apresentam-se os diferentes graus de limpeza deste método de preparação de superfície, definidos pela norma ISO 8501-2 (2001):

- P Sa 2 – Limpeza por jato abrasivo localizado intenso;
- P Sa 2^{1/2} – Limpeza por jato abrasivo localizado a fundo;
- P Sa 3 – Limpeza por jato abrasivo localizado até que o aço fique visivelmente limpo.

A preparação de superfícies por limpeza localizada, designada pelas letras «P St» é realizada com o auxílio de ferramentas manuais ou mecânicas, como raspadores, escovas metálicas ou discos abrasivos. Os diferentes graus de limpeza, definidos pela norma ISO 8501-2 (2001), referentes a este grau de preparação de superfície são:

- P St 2 - Limpeza localizada manual e mecânica intensa
- P St 3 - Limpeza localizada manual e com ferramentas motorizadas a fundo

A preparação de superfícies por limpeza localizada, designada pelas letras «P Ma», é realizada com o auxílio de uma máquina abrasiva, por exemplo um disco de papel abrasivo. O grau de limpeza, definido pela norma ISO 8501-2 (2001), referente a este grau de preparação de superfície é:

- P Ma – Decapagem localizada com máquina abrasiva

3.5 PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

3.5.1 Revestimentos metálicos

A proteção de estruturas através de revestimentos metálicos tem como princípio revestir a superfície metálica com um metal quimicamente menos nobre do que o material que se pretende proteger, como é o caso do zinco. O zinco atua como uma capa protetora ao corroer-se a uma velocidade inferior à do aço. Simultaneamente o zinco confere uma proteção catódica ao aço, uma vez que o zinco é mais catódico do que o aço, é o aço que se corrói. Este fenómeno pode-se tornar muito vantajoso, no caso de existir um defeito no revestimento da peça. Este fenómeno, normalmente, é denominado por revestimento de sacrifício. A Figura 3.1 e a Figura 3.2 mostram a diferença entre uma proteção com um revestimento de sacrifício como por exemplo o zinco e uma proteção com um material nobre como o cobre e a prata (Pannoni).



Figura 3.2 – Revestimento nobre

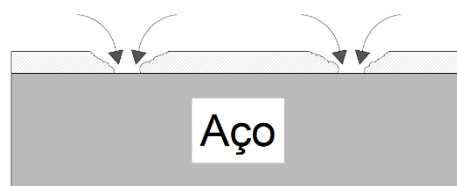


Figura 3.1 – Revestimento de sacrifício

Este método de proteção do aço teve como criador o químico francês Melouin, quando em 1741 descobriu que o zinco era capaz de ser utilizado como barreira protetora ao efeito da corrosão no aço. Todavia, este método não foi muito aplicado até que em 1837, o químico Sorel obteve a sua patente.

Este método de proteção pode ser utilizado sem nenhuma proteção adicional, todavia, em ambientes mais agressivos e potencialmente mais corrosivos, é frequente recorrer-se à pintura, como proteção adicional. A estes sistemas de proteção dá-se o nome de sistemas mistos ou *duplex*. (Pereira, 2006)

Os principais processos de aplicação destes revestimentos metálicos são através de imersão em banho de zinco fundido, denominado por galvanização por imersão a quente e através do processo de metalização por projeção térmica.

3.5.1.1 Metalização por projeção térmica

O processo de projeção térmica foi patenteado em 1909 pelo inventor Suíço Max Ulrich Schoop. Diz-se que este teve a ideia de criar este processo de proteção anticorrosivo, após observar os seus filhos a disparar balas de chumbo contra a parede, onde estas achatavam após contacto.

Este método de proteção anticorrosivo consiste na projeção a alta velocidade de micropartículas fundidas ou amolecidas através de uma fonte de calor, sobre uma superfície preparada para ser aderente e assim possibilitar um revestimento contínuo. Após o contacto, as partículas achatam e aderem sobre a superfície, a primeira camada sobre o substrato rugoso e, em seguida uma camada sobre a outra, aumentando assim a espessura do revestimento.

As matérias-primas mais utilizadas, na metalização para efeitos anticorrosivos são o zinco, o alumínio e as suas ligas.

A metalização por projeção térmica apresenta inúmeras vantagens como ser um processo rápido, económico e com a possibilidade de ser aplicada sobre superfícies de peças de qualquer dimensão. Outra grande vantagem é o facto de não alterar a estrutura do substrato, por se tratar de uma aplicação a baixa temperatura, devido ao forte jato de ar que ao pulverizar o metal fundido, não permite aquecer em demasia a superfície da peça. Uma desvantagem deste método de proteção é a dificuldade em proteger todos os contornos e cantos de peças com geometrias complexas, bem como em alguns casos proteger o seu interior, como é o caso dos perfis tubulares, devido à dificuldade de acessibilidade a esses locais.

3.5.1.1.1 Processos

Existem vários processos de metalização por projeção térmica, contudo, os mais utilizados são os seguintes:

- **Pulverização com chama**

Neste processo de metalização, a matéria-prima sob a forma de um fio único, alimentado por um sistema de rolos é conduzido para o centro de uma chama gerada pela reação de um gás combustível com o oxigénio, onde é derretido. De seguida, aplica-se um jato de ar de alta pressão, que projeta o material fundido em direção à superfície a ser protegida. O material fundido solidifica imediatamente sobre a superfície do material, de forma a formar um revestimento contínuo na superfície a proteger.

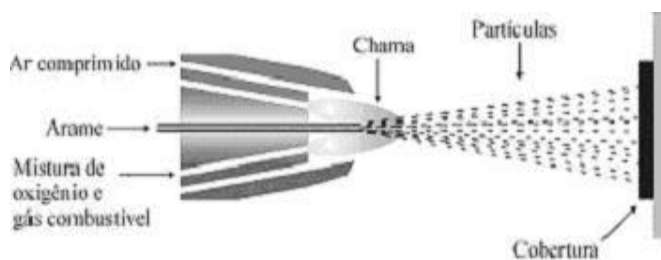


Figura 3.3 – Esquema de princípio da pulverização com chama (PROTCOM, 2015)



Figura 3.4 – Pulverização com chama (Portal Met@alica Construção Civil, 2015)

▪ Pulverização com arco elétrico

Este processo de metalização é obtido através de dois fios de matéria-prima, que ao chegar ao bico da pistola de pulverização provoca um diferencial de potencial, criando um arco elétrico que funde os dois fios. Os dois fios são puxados continuamente através de um sistema mecânico ou elétrico, que simultaneamente através de um jato de ar de alta pressão, projeta o material fundido contra a superfície da peça.

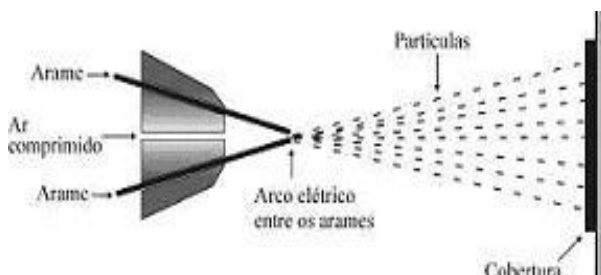


Figura 3.5 – Esquema de princípio da pulverização com arco elétrico (PROTCOM, 2015)



Figura 3.6 – Pulverização com arco elétrico (Castolin Eutectic, 2009)

3.5.1.2 Galvanização por imersão a quente

A galvanização por imersão a quente é um processo de aplicação de revestimentos de zinco através da imersão da peça em zinco fundido. É um método de proteção económico, com grande durabilidade e com pouca manutenção.

A principal vantagem deste processo em relação ao processo de metalização por projeção térmica é o facto de esta proporcionar uma proteção uniforme, sendo todas as superfícies protegidas,

tanto internamente como externamente. Como a peça é mergulhada num tanque com zinco fundido todos os cantos e zonas com difícil acesso são igualmente protegidas. Outra vantagem deste processo é o facto da espessura de revestimento nas arestas ser a mesma do resto da peça, ao contrário do que acontece nos revestimentos por pintura que normalmente são menos espessos nestes pontos.

A grande desvantagem deste processo de proteção anticorrosiva é a dimensão das peças se encontrarem limitadas pelo tamanho dos tanques.

Este método de proteção pode ser encontrado em quase todas as situações onde o aço é utilizado, desde a construção civil, indústria, meios de transporte e utensílios domésticos.

A galvanização é também um processo que, quando comparado com outros processos, emite poucos gases poluentes.

3.5.1.2.1 Processo de Galvanização

O processo de galvanização normalmente passa pelas seguintes etapas:

- **Desengorduramento** – Banho em solução ácida para remoção de óleos e outras gorduras;
- **Lavagem** – Lavagem com água para evitar a contaminação nos banhos seguintes;
- **Decapagem** – Decapagem química em ácido para a remoção de óxidos;
- **Fluxagem** – Banho em solução de cloreto de zinco e cloreto de amónio de forma a remover qualquer impureza que se encontre na peça. Funciona também como proteção contra o efeito da corrosão entre decapagem e a imersão no banho de zinco;
- **Lavagem** – Lavagem para evitar a contaminação nos banhos seguintes;
- **Secagem** – A peça é colocada numa estufa com uma temperatura entre os 60° C e os 120° C, para a vaporização da solução usada na fluxagem e para aumentar o rendimento térmico na imersão no banho de zinco;
- **Banho em zinco fundido** – Imersão em zinco fundido a uma temperatura os 440° C e os 465° C;
- **Arrefecimento e inspeção** – As peças são armazenadas num local seco onde se procede ao arrefecimento e a uma inspeção visual das mesmas.

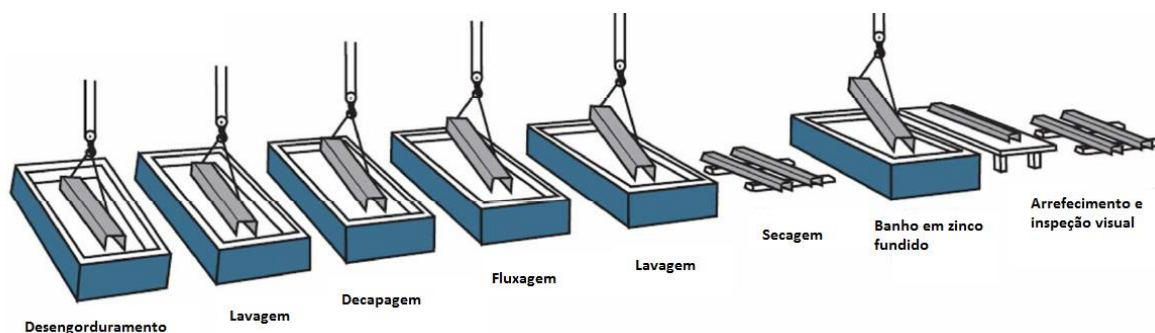


Figura 3.7 – Processo de galvanização por imersão a quente (Pannoni)

3.5.2 Proteção por Pintura

A proteção anticorrosiva através de esquemas de pintura desempenha um papel fundamental na sociedade atual, principalmente na construção.

A pintura geralmente dá o acabamento final ao produto e, por esse motivo, a cor e o brilho são de alta importância para os seus utilizadores. No entanto, a pintura de estruturas metálicas é mais do que apenas estética, sendo necessário um estudo elaborado que avalia vários fatores, abordados mais à frente neste documento, de forma a se selecionar o esquema de pintura mais indicado para o caso em questão.

Para uma proteção eficaz é necessário ter conhecimento técnico do produto a aplicar e a utilização de mão-de-obra especializada.

3.5.3 Esquema de Pintura

Um esquema de pintura é constituído por três camadas, representadas na Figura 3.8.

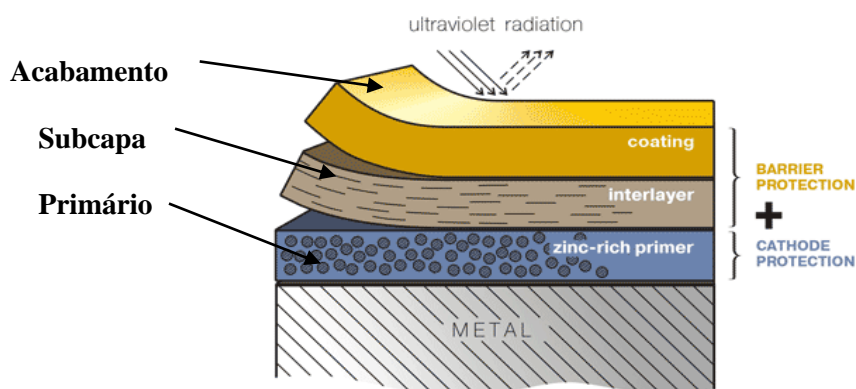


Figura 3.8 – Esquema de pintura (Rodrigues, 2010)

O **primário** é aplicado diretamente sobre a superfície metálica e tem como função promover a aderência entre as camadas subsequentes e conferir inibição de corrosão.

A **subcapa** tem como finalidade aumentar a resistência mecânica e reduzir a penetração da humidade.

A última camada define o **acabamento final**, de forma que a cor e o brilho possuem um papel preponderante no processo da sua escolha. A camada de acabamento para além de funções estéticas pode conferir resistência à radiação ultravioleta, abrasão, impacto e ação química.

3.5.4 Seleção do Esquema de Pintura

Após a correta preparação e tratamento da superfície metálica, a utilização de um esquema de pintura adequado é fundamental para a preservação da superfície.

No processo de seleção do esquema de pintura a aplicar é necessário ter em atenção alguns aspetos, nomeadamente:

➤ Ambiente da envolvente

O ambiente a que a estrutura vai estar sujeita é fundamental para a escolha do esquema de pintura. O nível de humidade, a temperatura ambiente, gradientes térmicos, nível de radiação ultravioleta e o nível de exposição química são alguns fatores que condicionam o ambiente envolvente da estrutura.

➤ Material a proteger

Outro aspeto fundamental para uma correta seleção do esquema de pintura é conhecer os materiais e superfícies a serem pintados. Conhecer o material a ser revestido tem uma grande importância na escolha dos produtos aplicar, em especial na seleção do primário e na determinação da espessura total do esquema a aplicar.

➤ Durabilidade pretendida

O tempo de vida de um esquema de pintura é o intervalo de tempo entre a sua aplicação e a verificação da necessidade de uma manutenção em grande escala, nomeadamente a repintura. A Norma EN ISO 12944 define três intervalos de tempo, apresentados na Tabela 1, para classificar a durabilidade do sistema de pintura.

Tabela 2 – Durabilidade (EN ISO 12944-1, 1998)

Classificação	Tempo de Vida
Baixa	2 a 5 anos
Média	5 a 15 anos
Alta	Superior a 15 anos

➤ **Processo de aplicação**

Para uma correta aplicação do esquema de pintura é essencial haver um planeamento e uma preparação da fase de execução. Primordialmente, deverá ser estudada a fase da obra em que será aplicado o esquema de pintura, de forma a se puder definir o cronograma de aplicação das várias camadas de pintura. Na fase de elaboração do cronograma, deve ser tido em conta as especificações de cada produto, em especial o tempo de secagem. O tempo de secagem está diretamente relacionado com as condições do meio ambiente, nomeadamente, a temperatura e a percentagem de humidade. Apesar de ser feita uma previsão das condições atmosféricas, estas são muitas vezes imprevisíveis. Por este motivo, as condições deverão ser verificadas em obra e se necessário reajustar o cronograma de aplicação.

➤ **Método de aplicação**

É fundamental adequar o equipamento de aplicação ao produto a aplicar e à superfície a ser revestida. De modo que é fundamental conhecer e cumprir as instruções dadas pelas fichas técnicas de cada produto.

Os equipamentos de aplicação dividem-se em dois grupos, em aplicação manual e em aplicação automática.

Os equipamentos de aplicação manual mais tradicionais são:

- Pincel;
- Trincha;
- Rolo;
- Pistolas pneumáticas;

- Pistolas electroestáticas.

Os equipamentos de aplicação automática, normalmente são associados ao processo de pintura industrial.

3.6 CAIXILHARIA

A caixilharia é, de uma forma simplificada, a armação que recebe e suporta os vidros de portas e janelas.

A caixilharia geralmente é o elemento de transição entre as áreas opacas e as áreas envidraçadas da envolvente de um edifício. A sua importância para o edifício é elevada, uma vez que é necessário garantir a estanquidade nestes pontos e garantir a estabilidade do vidro. Produzem-se caixilhos de vários materiais, sendo o alumínio, a madeira e o PVC os mais usuais. Existe também no mercado, caixilhos que conjugam dois ou mais materiais. A escolha do material a utilizar depende de vários fatores, como o custo, o desempenho energético e a estética.

A construção sustentável e eficiência energética são conceitos que têm vindo a ganhar protagonismo nos dias de hoje, uma vez que cada vez mais existe uma preocupação pela qualidade de vida do ser humano, por esse motivo tem-se assistido a uma grande evolução na forma de construir e na qualidade dos materiais. As caixilharias não têm fugido a essa tendência, tendo-se verificado uma evolução considerável no que toca à eficiência energética e ao isolamento acústico.

3.6.1 Caixilharia de Alumínio

O alumínio é um material cada vez mais usado na construção civil, devido à sua menor densidade (aproximadamente um terço da do aço), à sua elevada resistência mecânica e à sua resistência ao efeito da corrosão. O desenvolvimento dos processos de tratamento da superfície, como a anodização e lacagem fez com que a utilização na construção civil se tenha acentuado ainda mais nas últimas décadas.

O alumínio na construção civil tem várias aplicações, desde caixilharias de janelas, coberturas, escadas e passagens, instalações elétricas, entre outras.

As caixilharias de alumínio possuem algumas características, que têm feito com que esta solução seja cada vez mais utilizada na construção. Algumas destas características são:

- Bom comportamento perante os agentes atmosféricos;
- Aspeto estético;
- A facilidade de o trabalhar;
- Boas capacidades de isolamento face à radiação solar.

3.6.1.1 Anodização

A anodização é um processo eletroquímico capaz de gerar uma película de óxido de alumínio na superfície do alumínio. Este processo permite aumentar a camada natural de óxido de alumínio até mil vezes a sua espessura inicial, esta camada proporciona proteção à ação da corrosão e à abrasão.

O processo de anodização do alumínio proporciona ainda uma melhoria das suas características, como a resistência e durabilidade.

As principais características deste tipo de tratamento são:

- **Cor natural** – permite manter o aspeto metálico da superfície do alumínio;
- **Coloração** – Oferece uma gama de cores obtidas através da coloração eletrolítica;
- **Resistência à corrosão** – a película formada por óxido de alumínio protege o metal subjacente, atuando como barreira protetora, aumentando a sua resistência ao efeito da corrosão;
- **Resistência à abrasão e ao desgaste** – a camada de óxido de alumínio tem uma dureza elevada, que protege a superfície de alumínio de impactos de baixa intensidade e de riscos superficiais;
- **Recetivo a sistemas de pintura** – a camada de óxido, por ser porosa torna-se recetiva a maior parte dos sistemas de pintura;
- **Economia** - os baixos custos iniciais combinam com os baixos custos de manutenção e com a longa durabilidade da peça.

Para que o material resista ao efeito da corrosão, é fundamental ter em consideração o ambiente em que o alumínio vai ser inserido. Para este efeito, é estabelecido diferentes classes de espessura para diferentes agressividades ambientais:

- **Classe 10** (10 a 14 μm) – Destinada a aplicações interiores com ambiente de baixa agressividade;
- **Classe 15** (15 a 19 μm) – Recomendada para ambientes de média agressividade;
- **Classe 20** (20 a 24 μm) – Recomendada para ambientes agressivos;
- **Classe 25** (25 a 30 μm) – Recomendada para ambientes muito agressivos.

3.6.2 Corte térmico

Nas caixilharias de alumínio tradicionais, compostas por perfis de alumínio de uma só peça, verifica-se algum desconforto térmico e acústico nas habitações. Outro fenómeno que também é normal verificar-se nas caixilharias tradicionais é o aparecimento de condensações nos perfis. Este fenómeno deve-se ao facto de o alumínio ser um material com uma elevada condutividade térmica e acústica.

A solução encontrada para este problema foi o desenvolvimento de caixilharias com corte térmico. Estas caixilharias são compostas por dois perfis de alumínio separados por varetas em poliamida, como se pode verificar na Figura 3.9. As varetas em poliamida são reforçadas com fibra de vidro de forma a proporcionar uma maior robustez. Esta separação evita que o perfil de alumínio interior se encontre em contacto com o perfil exterior.



Figura 3.9 – Caixilharia com corte térmico
(Archiproducts, 2015)



Figura 3.10 – Caixilharia sem
corte térmico (2015)

As vantagens deste sistema passam pelo aumento do conforto térmico e acústico das habitações e pela redução dos custos de climatização.

No Inverno, este sistema impede a perda de calor do interior da habitação para o exterior, permitindo uma poupança de energia em sistemas de aquecimento, que pode atingir os 40%. (Associação Nacional do Fabricantes de Janelas Eficientes, 2012)

No Verão, este sistema de corte térmico não permite que as temperaturas altas do exterior passem para o interior, impedindo assim que a habitação aqueça em demasia, o que resulta numa redução dos gastos energéticos em sistemas de arrefecimento.

A Figura 3.11 e a Figura 3.12 retratam o comportamento térmico de uma caixilharia sem corte térmico e com corte térmico, respetivamente. Como se pode observar na Figura 3.12 existe uma

separação nítida da temperatura interior e exterior, enquanto na Figura 3.11 verifica-se que existe uma ponte térmica na zona da caixilharia.

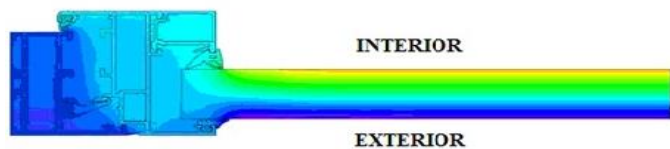


Figura 3.11 – Comportamento térmico de uma caixilharia sem corte térmico (Gobar, 2015)

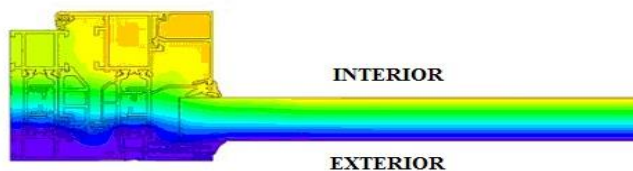


Figura 3.12 – Comportamento térmico de uma caixilharia com corte térmico (Gobar, 2015)

3.7 VIDRO

Apesar de não existirem dados históricos precisos, foram descobertos vestígios de vidro nas necrópoles Egípcias e por esse motivo acredita-se que a descoberta seja datada de 4000 anos antes de Cristo.

O vidro é hoje em dia um material indispensável para a sociedade em que vivemos, tendo inúmeras aplicações. As suas características únicas como a sua resistência, dureza, propriedades térmicas, óticas e acústicas fazem com que este material seja insubstituível nos dias de hoje.

A matéria-prima da qual resulta o vidro é a sílica, carbonato de cálcio e carbonato de sódio. Dependendo da composição química de cada componente, pode-se verificar diferentes tonalidades da cor do vidro.

Os vãos envidraçados têm um papel fundamental no desempenho térmico e acústico de uma habitação ou edifício. Uma das funções do vidro juntamente com o caixilho é regular o fluxo de entrada e saída de calor, logo a sua escolha é fundamental para se proporcionar uma temperatura de conforto no interior de uma habitação ou de um edifício.

A eficácia energética e do controlo solar de um vidro depende de algumas características e propriedades do vidro. Algumas dessas principais características e propriedades são:

- **Coefficiente de transferência de calor (valor U em $W/m^2\cdot K$)** – O desempenho térmico do vidro, como o conjunto do vidro com o caixilho é obtido através do coeficiente U, que define o fluxo de calor que atravessa o elemento. Quanto menor for este valor, melhor é o desempenho de isolamento térmico do elemento. Este coeficiente exprime-se em $W/m^2\cdot K$.
- **Transmissão de luminosidade (τ_v em %)** - Indica que proporção de radiação solar na luz visível (380-780 nm) passa diretamente pelo vidro.
- **Fator solar (g em %)** – Segundo o Decreto-Lei nº 118 de 20 de Agosto de 2013, o fator solar é o valor da relação entre a energia solar transmitida para o interior através do vão envidraçado e a radiação solar nele incidente. No mercado pode-se encontrar vidros com um fator solar que oscilam entre os 10% e os 90%. Um vidro com um baixo valor de fator solar mantém o calor no exterior e reduz o sobreaquecimento do interior, o que poderá trazer inconvenientes para a estação de Inverno uma vez que diminui os ganhos térmicos através do vidro.
- **Índice de seletividade** – É o quociente entre a transmissão luminosa e o fator solar. Indica a capacidade de um vidro separar a luz visível dos raios infravermelhos. Quanto maior for o índice de seletividade, maior é a sua eficiência.

- **Coefficiente de Sombra** – É a razão entre o ganho de calor solar quando transmitido através de um tipo específico de vidro e o ganho de calor solar através de uma lâmina de 3 mm de vidro incolor, sob condições idênticas. Quando o coeficiente de sombra diminui, o ganho de calor também é reduzido, o que representa um melhor desempenho do produto (glassecviracon, 2015).

3.7.1 Vidro temperado

O vidro temperado é um vidro que passou por um processo de tratamento térmico (têmpera). Este processo consiste em aquecer o vidro a uma temperatura de aproximadamente 650°C, seguido de um arrefecimento brusco. Através deste processo as suas características são modificadas, aumentando assim a sua dureza e sua resistência mecânica.

Outro processo de tratamento, menos comum, para a obtenção deste tipo de vidro é através de processos químicos.

O vidro temperado é conhecido por ser um vidro de segurança, devido ao facto de este, no caso de acidente, ser menos suscetível de causar ferimentos graves. Esta segurança reside no facto de que para além deste tipo de vidro ser mais resistente que o vidro comum, se por algum motivo o vidro se partir, este quebra em fragmentos de pequenas dimensões e com arestas pouco cortantes. Alguns exemplos clássicos da utilização deste tipo de vidro são: nas portas de vidro e nas janelas dos carros.

Contudo, este tipo de vidro para além de ser mais caro que o vidro comum, não pode ser cortado ou furado após ser submetido ao processo de tratamento térmico. Este facto obriga a uma melhor preparação, já que depois da têmpera não se pode alterar a sua dimensão ou a disposição dos seus furos.

3.7.2 Vidro laminado

O vidro laminado é um vidro formado por duas ou mais lâminas de vidro, unidas com uma resina acrílica ou com uma película de polivinil butiral (PVB), sendo esta última a mais utilizada.

A representação dos vidros laminados com PVB faz-se da seguinte forma: “**a b.x**”. Sendo “a” a espessura do primeiro vidro e “b” a espessura do segundo vidro, o “x” representa o número de películas de PVB, sabendo que cada película tem 0,38 mm de espessura.

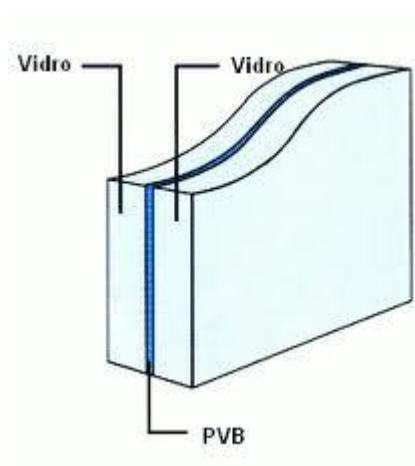


Figura 3.13 – Vidro laminado (ntvglass, 2015)

Este tipo de vidro é considerado um vidro de segurança porque em caso de quebra, os fragmentos permanecem presos à película intermediária, até que seja possível substituí-lo. Este vidro é normalmente utilizado quando existe possibilidade de impacto, seja este humano ou não, como é o caso dos para-brisas dos automóveis, dos pavimentos e das claraboias. Outra situação onde este tipo de vidro é utilizado é quando se pretende obter um vidro que sirva de proteção contra vandalismo e possíveis intrusos, alguns vidros laminados são mesmo capazes de resistir a armas de fogo e a explosões.

A sua resistência depende das propriedades e espessura das lâminas de vidro, da espessura da película intermediária e do número de lâminas.

A película de polivinil butiral (PVB) possui também características que explicam a vasta utilização deste tipo de vidro. Uma delas é a sua capacidade de filtrar os raios ultravioletas, conseguindo filtrar até 99,6% dos raios UV. Outra característica importante de salientar é desta película servir como isolante sonoro, tornando este vidro melhor isolante que os vidros monolíticos. Este desempenho superior deve-se à capacidade de amortecimento das vibrações sonoras.

3.7.3 Vidro Duplo

O vidro duplo é constituído por dois ou mais vidros que se encontram separados entre si por um espaço hermeticamente preenchido com um gás desidratado. Na Figura 3.14 estão representados os vários componentes de um vidro duplo comum.

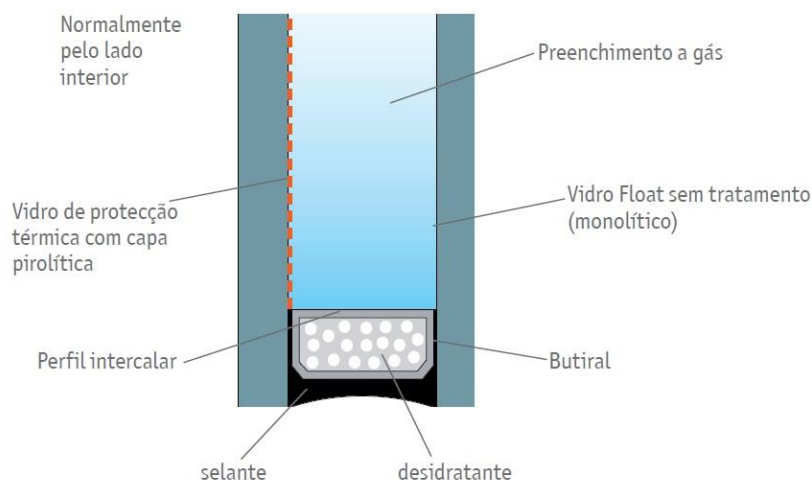


Figura 3.14 – Componentes de um vidro duplo comum (FINSTRAL, 2009)

O perfil intercalar tem como função separar os dois vidros e normalmente é de alumínio. O isolamento lateral é feito com o selante.

O preenchimento do perfil intercalar é feito com uma substância desidratante, que absorve o vapor de água que se encontra no interior da câmara entre vidros.

A câmara entre os vidros normalmente é preenchido com ar desidratado, porém, pode ser preenchida com outro gás. Este espaço entre os vidros permite a criação de um isolamento térmico muito superior à dos vidros comuns, evitando a transferência de calor entre o espaço interior e o espaço exterior. Esta característica do vidro duplo permite reduzir os custos de climatização. O espaço entre os dois vidros também funciona como isolamento acústico.

Outra vantagem do vidro duplo é melhorar o conforto junto das superfícies envidraçadas, uma vez que a temperatura do vidro interior encontra-se muito próxima da temperatura do espaço interior. Esta característica também faz com que se diminuam as condensações na superfície envidraçada.

No vidro duplo convencional, o preenchimento do espaço entre os vidros é normalmente feito com ar atmosférico desidratado, composto essencialmente por oxigénio e azoto. Este preenchimento com ar atmosférico já apresenta níveis elevados de isolamento térmico e acústico, no entanto este preenchimento pode ser realizado com outros gases da atmosfera.

O Árgon, o Cripton e o Xénon são gases que se encontram na atmosfera que para além de serem maus condutores de calor, são mais densos que o ar atmosférico, o que faz deles melhores isolantes térmicos e acústicos.

O Cripton e o Xénon são gases menos abundantes na atmosfera, o que faz com que a sua utilização seja pouco rentável. Já o Árgon, descoberto em 1894 pelos químicos William Ramsay e Walter Rayleigh, representa cerca de 0,93% da atmosfera terrestre, o que faz dele o terceiro gás mais abundante no planeta Terra.

A utilização do Árgon nos vidros duplos tem vindo a intensificar-se devido às suas características isolantes e aos seus custos relativos.

3.8 AGLOMERADO DE PARTÍCULAS DE MADEIRA LONGAS E ORIENTADAS

As placas de aglomerado de partículas de madeira longas e orientadas (OSB), da expressão inglesa “Oriented Strand Board” é um derivado da madeira com características estruturais significativas.

As excelentes características estruturais do OSB resultam do seu processo de fabrico. Após serem revestidas com cola, as partículas de madeira são distribuídas em camadas, sendo cada camada orientada de forma diferente, de forma a maximizar a resistência e estabilidade do painel. Outra vantagem do OSB é poder ser cortado manualmente ou com máquinas convencionais para trabalhar a madeira.

A madeira normalmente utilizada na produção de OSB é proveniente de espécies como o choupo, o abeto e o pinheiro.

As fixações a realizar na superfície da placa deverão situar-se a uma distância mínima de 8 mm dos bordos e a 25 mm dos cantos, como se pode observar na Figura 3.15.

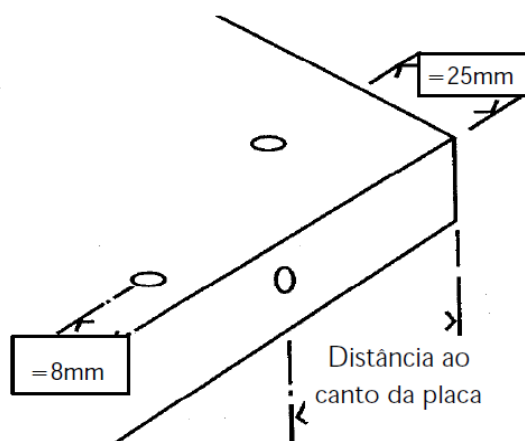


Figura 3.15 – Fixações (European Panel Federation)

As placas de OSB quando o seu teor de humidade aumenta, esta dilatam-se e contraem quando este diminui. Por esse motivo antes de se realizar as fixações, as placas devem ser colocadas e permanecer em repouso no local onde serão instaladas, até que atinjam o equilíbrio com as condições de humidade e temperatura do ambiente envolvente.

Uma vez que as condições de humidade do ambiente envolvente podem sofrer alterações, é importante criar juntas de dilatação, que permitam a expansão ou diminuição das dimensões da placa em função das condições ambientais. Quando se fixam placas de OSB adjacentes, de forma independente, deve-se deixar uma junta dilatação com um espaçamento de 3 mm entre bordos. No caso

de placas adjacentes a elementos rígidos, o espaçamento da junta de dilatação deverá ter no mínimo 10 mm ou 2 mm por metro linear de placa.

Existem quatro classes diferentes de OSB, cada uma indicada para diferentes ambientes e com propriedades mecânicas e físicas distintas. As classes de OSB são as seguintes:

- **OSB 1** – Placas para utilização interior e em ambiente seco;
- **OSB2** – Placas para fins estruturais, em ambiente seco;
- **OSB3** – Placas para fins estruturais em ambiente húmido;
- **OSB 4** – Placas para elevado desempenho estrutural em ambiente húmido.

Outra vantagem deste material é deste ser um material que respeita os conceitos de sustentabilidade e ecoeficiência. Para além de ser um material totalmente reciclável tem um aproveitamento da matéria-prima bastante elevado, uma vez que 90% do tronco da árvore é convertido em OSB.

3.9 BARREIRA PÁRA-VAPOR

A concentração de vapor de água no interior dos edifícios, que é um dos principais condicionantes para a ocorrência de condensações, depende da humidade absoluta exterior, do vapor de água produzido pelos ocupantes e suas atividades, do caudal de ventilação e da temperatura interior e exterior do edifício.

O problema das condensações internas, devido à difusão do vapor de água através da envolvente opaca, evidencia grande importância nos edifícios com forte higrometria, como é o caso de piscinas.

O problema das condensações internas ocorre se um determinado elemento de construção estiver sujeito a um gradiente de pressões e temperaturas. Se em algum ponto a pressão instalada for igual à respetiva pressão de saturação, então há ocorrência de condensações, que podem ser superficiais ou internas, caso ocorram na superfície ou no interior do elemento.

É na estação de aquecimento que, normalmente, a diferença de temperatura e humidade entre o ambiente interior e exterior dos edifícios é mais elevada. Deste modo, é geralmente na estação de aquecimento que o edifício se encontra mais suscetível à ocorrência de condensações.

Normalmente o fluxo de vapor dá-se no sentido do interior para o exterior de um edifício, porém em edifícios com um ambiente muito quente e húmido, como é caso de umas piscinas, o sentido do vapor de água pode ser o inverso.

A expressão barreira pára-vapor é utilizada para designar os componentes que oferecem uma resistência significativa à passagem do vapor de água. Estes componentes podem ser rígidos como o alumínio, plástico reforçado ou flexíveis como papel, folhas metálicas e folhas de plástico. Apesar de menos comuns, existem também alguns compostos semilíquidos que podem cumprir a mesma função.

Chama-se à atenção para o facto de que um material pode ser impermeável à água em estado líquido, no entanto não oferecer resistência significativa à passagem do vapor de água.

3.9.1 Processo de seleção

No processo de seleção de uma barreira pára-vapor, o principal valor a ser analisado é o da permeabilidade ao vapor. Todavia existem outras propriedades que poderão influenciar a sua escolha. Algumas dessas propriedades são:

- Elasticidade;
- Resistência mecânica;
- Aderência;
- Resistência ao fogo;
- Facilidade de aplicação;
- Resistência a agentes de deterioração;
- Custo.

3.10 ISOLAMENTO TÉRMICO

O isolamento térmico tem como função impedir a transmissão de calor entre dois locais diferentes. Esta barreira impede a passagem de calor entre os dois meios que naturalmente tendem a igualar as suas temperaturas.

A aplicação de um isolamento térmico revela-se essencial para a poupança de energia nos processos de arrefecimento e aquecimento dos espaços interiores de um edifício.

A transmissão de calor verifica-se sempre que existe uma diferença de temperatura entre dois elementos e pode-se processar através de três processos distintos:

- **Condução** – É o processo de transferência de calor pelo qual a energia passa de molécula para molécula, sem que estas se desloquem.
- **Convecção** – Processo natural ou forçado característico dos fluidos, ou entre estes e uma superfície sólida. Ocorre devido ao movimento do fluido.
- **Radiação** – Transmissão de calor que ocorre sem contacto físico entre os corpos, é transmitida através de ondas eletromagnéticas.

3.10.1 Classificação

Os isolantes térmicos podem ser classificados quanto ao seu modo de produção, estrutura e natureza das matérias-primas.

3.10.1.1 Modo de produção

Quanto ao modo de produção os isolantes térmicos podem ser:

- Pré-fabricados;
- Moldados “*in situ*”.

3.10.1.2 Estrutura

Quanto à estrutura estes podem ser:

- Celulares;
- Fibrosos;
- Granulares;
- Mistos.

3.10.1.3 Natureza dos materiais

Os materiais isolantes também são classificados quanto às suas matérias-primas, podendo estas ser:

- Minerais;
- Vegetais;
- Sintéticos;
- Mistos.

3.11 SISTEMA DE COBERTURA EM ZINCO

Neste documento já foi referido as capacidades da utilização do zinco como revestimento de sacrifício, contudo, existem outras aplicações para este material na construção civil.

O zinco como material de construção apresenta inúmeras vantagens, das quais se destacam:

- Elevada resistência ao efeito da corrosão;
- Grande longevidade;
- Material reciclável;
- Facilidade em trabalhar o material;
- Possibilidade de se adaptar a diferentes formas e configurações da arquitetura de um edifício;
- Sistema leve, que não sobrecarrega em demasia a estrutura.

Das desvantagens, destacam-se:

- Necessidade de mão-de-obra especializada;
- Custos elevados apesar de nos últimos anos se terem tornado mais competitivos.

3.11.1 Efeito da corrosão e durabilidade

O zinco é um material não ferroso e apresenta uma boa resistência ao efeito da corrosão. É um material que se protege naturalmente ao desenvolver uma camada, vulgarmente chamada de “patine”. Ao longo do tempo, o zinco desenvolve uma camada relativamente compacta e homogénica de hidrocarbonato de zinco, impedindo assim o contacto do oxigénio com o zinco, que por sua vez reduz a velocidade de corrosão do mesmo.

Esta camada, consequentemente altera consideravelmente o aspeto do zinco ao longo do tempo. Inicialmente, o zinco apresenta um aspeto brilhante, mas ao longo do tempo vai escurecendo e perdendo esse mesmo brilho.

O zinco é um material que apresenta uma grande durabilidade, dependendo das condições do ambiente envolvente pode atingir um tempo de vida útil superior a 100 anos, sem grandes necessidades manutenção durante este espaço de tempo.

3.11.2 Sistema de Junta agrafada

O principal objetivo do sistema de junta agrafada é impermeabilizar a cobertura. É um sistema perfeitamente adaptado para revestir grandes áreas e em locais sujeitos a ventos fortes e chuva durante longos períodos.

O sistema consiste em juntar as chapas de zinco através de um encaixe macho/fêmea, que após se realizar uma dobra simples no painel, forma uma junta ao longo de todo o comprimento.

A instalação do sistema de junta agrafada pode ser dividida em quatro passos principais, como se encontra ilustrado na

Figura 3.16:

1. Colocar as placas de zinco sobre o suporte;
2. Fixar as placas de zinco ao suporte;
3. Cobrir a chapa em forma de “L” e as presilhas colocadas anteriormente com outra chapa em forma de “U” invertido.
4. Proceder ao fecho com o auxílio de máquinas ou ferramentas apropriadas, fixando uma chapa à outra.

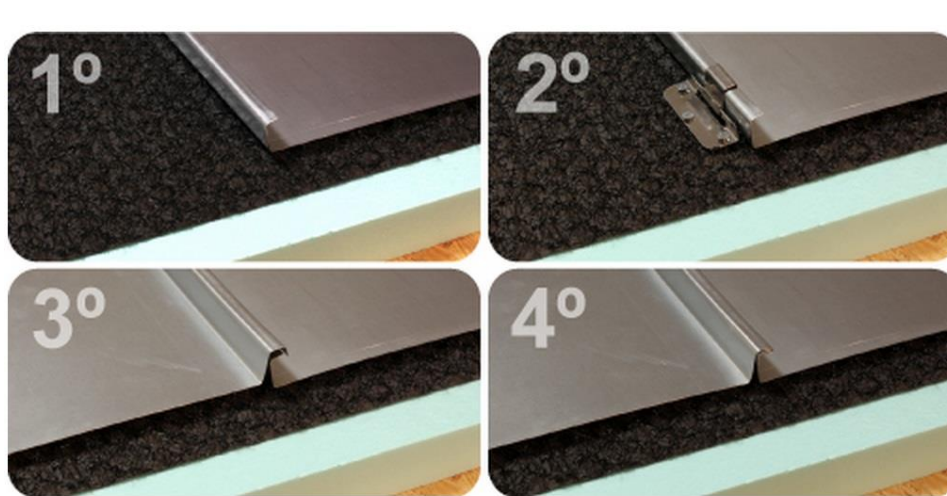


Figura 3.16 – Processo de instalação do sistema de junta agrafada (Cobzinc, 2015)

3.11.2.1 Sistema de Fixação

Os elementos necessários para proceder à fixação das chapas de zinco à estrutura são:

- **Presilhas** – normalmente em aço inox e com uma espessura de 0,8 mm têm como objetivo garantir a resistência mecânica do revestimento da cobertura e permitir a dilatação do zinco. Como o zinco é um material suscetível de sofrer dilatação são utilizadas dois tipos de presilhas: fixas e móveis.

- **Parafusos** – Normalmente em aço inox ou aço galvanizado, têm como função fixar as placas de zinco à base de suporte.
- **Calhas** - Perfis em forma de L, U ou Z que são colocados em zonas que é necessário uma maior garantia da fixação.

Um dos aspetos que torna este sistema bastante atrativo em termos estéticos é o facto do sistema de fixação se encontrar oculto. Este aspeto evita também que os parafusos se encontrem expostos aos agentes atmosféricos.

3.11.2.2 Suporte

É fundamental que a base de suporte seja uma base sólida e regular, isenta de depressões.

Outro aspeto a ter em conta é se o material constituinte da base de suporte é compatível com o zinco. Contudo, é usual a colocação de um filme de polietileno de alta densidade (PEAD), formada por nódulos com uma altura aproximada de 8 mm. Esta película, para além de proteger o zinco de uma possível incompatibilidade com a base de suporte, facilita a drenagem de eventuais condensações que se possam formar. A existência dos nódulos facilita a ventilação deste local, o que resulta na dissipação quase total da humidade resultante da condensação.

O PEAD não apresenta qualquer impedimento na colocação das presilhas, uma vez que existem presilhas com concavidades que encaixam nos nódulos.



Figura 3.17 – Filme de polietileno de alta densidade (vmzinc, 2015)

3.12 SEGURANÇA E SAÚDE NA CONSTRUÇÃO

É um facto que onde há trabalho, há riscos associados. Todavia, existem sectores de atividade onde o risco de ocorrerem acidentes é maior. Pela sua elevada disposição para riscos no local de trabalho e a sua elevada taxa de sinistralidade laboral, o sector da construção é um desses sectores.

A prevenção dos acidentes de trabalho deve ser um tema de grande preocupação, não só para os trabalhadores e para entidade empregadora, como para a sociedade e economia do país. Dado que, estes acarretam custos sociais e económicos.

Numa tentativa de procurar que a taxa de acidentes seja nula, é necessário criar um conjunto de ações e medidas preventivas em todas as fases da obra. Os riscos inerentes a este sector de atividade não existem no abstrato, encontram-se presentes desde a fase da conceção e elaboração do projeto até à conclusão da empreitada e subsequentemente à sua manutenção e reparação. A segurança e saúde dos trabalhadores deverão ser consideradas no planeamento e execução dos processos construtivos, na escolha adequada dos materiais e equipamentos e na implementação da gestão e organização do tempo e do espaço. Esta prevenção requer o envolvimento de todos os intervenientes, que direta ou indiretamente intervêm no processo.

3.12.1 Coordenação de Segurança em Projeto

3.12.1.1 Comunicação prévia

A comunicação prévia é um documento que tem como objetivo principal publicitar perante toda a população presente no estaleiro as principais características da empreitada, bem como identificar o Dono de Obra, as entidades executantes e os coordenadores de segurança.

De acordo com o n.º 1 do artigo 15.º do Decreto-Lei n.º 273/2003, de 29 de Outubro, o Dono de Obra deve comunicar previamente a abertura do estaleiro à ACT quando for previsível que a execução da obra envolva uma das seguintes situações:

- Um prazo total superior a 30 dias e, em qualquer momento, a utilização simultânea de mais de 20 trabalhadores;
- Um total de mais de 500 dias de trabalho, correspondente ao somatório dos dias de trabalho prestado por cada um dos trabalhadores.

3.12.1.2 Plano de Segurança e Saúde

De acordo com o n.º 2 do artigo 5.º do Decreto-Lei n.º 273/2003 de 29 de Outubro, o plano de Segurança e de Saúde (PSS) constitui um dos elementos fundamentais do ponto de vista do planeamento e da organização da segurança no trabalho em estaleiros temporários ou móveis, o que justifica a necessidade de um aperfeiçoamento constante da respetiva regulamentação.

O conteúdo e a extensão do Plano de Segurança e Saúde irão depender da natureza, dimensão e complexidade do empreendimento. É da responsabilidade do Coordenador de Segurança em Projeto a definição dos requisitos mínimos a observar em cada caso.

O Coordenador de Segurança em Projeto é um técnico que deve integrar a equipa projetista no sentido de garantir que a segurança dos trabalhadores é respeitada e analisada no planeamento e preparação do projeto de execução da obra. É da sua responsabilidade a elaboração do PSS e da Compilação Técnica.

O PSS é um documento dinâmico, encontrando-se em constante evolução. A sua preparação inicia-se durante a conceção geral da obra e será concluída com a receção definitiva do empreendimento.

A entidade executante tem o domínio da organização e direção do estaleiro, por esse motivo encontra-se na posição ideal para desenvolver o PSS para a fase da execução da obra. É da responsabilidade do Coordenador de Segurança em Obra validar tecnicamente o seu desenvolvimento e eventuais alterações a realizar, cuja aprovação é da responsabilidade do Dono de Obra.

A execução da obra e o planeamento da segurança no trabalho é da responsabilidade da entidade executante, sendo a verificação do seu cumprimento da responsabilidade do Coordenador de Segurança. Deste modo, é garantido que as circunstâncias da execução da obra não se sobrepõem à segurança dos trabalhadores.

À luz do artigo 5 do Decreto-Lei 273/2003 de 29 de Outubro, o PSS é obrigatório em obras sujeitas a projeto e que envolvam trabalhos que impliquem riscos especiais previstos no artigo 7.º do presente Decreto-Lei ou que impliquem a comunicação prévia da abertura do estaleiro.

3.12.1.3 Compilação Técnica

De acordo com o nº 1 do artigo 16º do Decreto-Lei nº 273/2003 de 29 de Outubro, o Dono de Obra deve elaborar ou mandar elaborar uma Compilação Técnica da obra que inclua os elementos uteis a ter em conta na sua utilização futura, bem como em trabalhos posteriores à sua conclusão, para preservar a segurança e saúde de quem os executar.

A Compilação Técnica deve constituir um registo de informações relativas a diversos aspetos da estrutura edificada que permitirá, durante o ciclo de vida útil do edifício, encarar as intervenções posteriores à sua conclusão, assegurando a prevenção dos riscos profissionais associados a essas intervenções.

A elaboração deste documento deve ser definida e iniciada na fase de projeto e concluída na fase de execução da obra. Contudo, segundo o nº 4 do artigo 16 do Decreto-Lei 273/2003 de 29 de Outubro, este deve ser atualizado em caso de existirem intervenções que não consistam na conservação, reparação, limpeza da obra, ou outras que afetem as suas características e condições de execução de trabalhos posteriores.

De acordo com o nº 3 do artigo 16º do Decreto-Lei 273/2003 de 29 de Outubro, o Dono de Obra pode recusar a receção provisória da obra enquanto a entidade executante não fornecer os elementos necessários para a realização da compilação técnica.

3.12.2 Coordenação de Segurança em Obra

3.12.2.1 Responsabilidades da Entidade Executante

É definida como entidade executante qualquer empresa contratada pelo promotor para realizar trabalhos numa determinada obra. Ao abrigo do Decreto-Lei 273/2003 de 29 de Outubro, os subempreiteiros contratados não são considerados entidades executantes. Estes funcionam como unidades produtivas da entidade executante.

A entidade executante deverá, antes de a obra iniciar, nomear um Técnico de Segurança responsável pela obra em questão. Deverá também identificar o responsável geral da segurança da empresa, em caso de este não ser o mesmo que o responsável pela obra em questão.

É habitual o Técnico de Segurança não se encontrar permanentemente em obra e por esse motivo é necessário identificar o elemento da empresa que assegura o cumprimento dos procedimentos de

segurança na sua ausência. Normalmente, o elemento indicado é o Diretor de Obra ou o Encarregado Geral.

A entidade executante deverá entregar ao Coordenador de Segurança e Saúde em obra toda a documentação necessária, dentro dos prazos previamente estipulados e definidos por lei. A listagem dos documentos a entregar normalmente encontra-se definida no PSS.

É da responsabilidade da entidade executante elaborar um plano de informação e formação, no âmbito do PSS, aos trabalhadores que venham a intervir na obra. É fundamental que a entidade executante coopere com o Coordenador de Segurança e Saúde em obra, de modo a garantir que a segurança dos trabalhadores seja salvaguardada.

3.12.2.2 Medidas Preventivas

3.12.2.2.1 Informação e Formação dos Operários

Como já foi referido anteriormente, é da responsabilidade da entidade executante facultar informação e formação aos operários e colaboradores antes do início da sua atividade. Nesta ação de informação e formação deve ser facultada as seguintes informações:

- Normas básicas de segurança e ambiente;
- Normas de segurança e ambiente em estaleiro e em obra;
- Uso de proteção coletiva;
- Uso de proteção individual;
- Esclarecimento sobre como é realizada a gestão de resíduos em obra;
- Informação sobre o plano de emergência em vigor na obra;
- Informação dos riscos e das medidas preventivas adotar na execução da atividade inerente a cada trabalhador.

A entidade executante deve também afixar num local, visível a todos os operários e colaboradores, a seguinte informação:

- Plano de emergência;

- Contactos telefónicos dos serviços de socorro e outros considerados importantes pelo PSS;
- Comunicação do horário de trabalho, carimbado pela Autoridade para as Condições de Trabalho;
- Plano de informação e formação geral do pessoal presente no estaleiro;
- Outros documentos considerados essenciais para a segurança dos trabalhadores.

3.12.2.2.2 Plano de Sinalização e Circulação

De modo, a assegurar a segurança dos trabalhadores na deslocação e circulação em obra, deve ser elaborado um plano de sinalização e circulação. Este plano deve ser elaborado de acordo com a planta, com as características e localização do estaleiro.

A sinalização pode ser efetuada através de:

- Placas que combinem cores e símbolos;
- Sinais luminosos;
- Sinais acústicos;
- Sinais gestuais;

3.12.2.2.3 Equipamentos de Proteção Coletiva

Após analisar o projeto do empreendimento do estaleiro e os métodos e processos construtivos a empregar na obra em questão, deve-se elaborar um plano de proteção coletiva.

Este plano compreende a definição de todas as medidas de proteção coletiva a utilizar numa determinada obra, na tentativa de prevenir acidentes da totalidade ou um de um grupo restrito de trabalhadores.

Os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) são dispositivos utilizados para a proteção de um determinado grupo de trabalhadores durante o exercício da sua atividade.

3.12.2.2.4 Equipamentos de Proteção Individual

Em função das características inerentes a cada atividade, deve-se elaborar um plano de proteção individual. As condições de utilização de cada Equipamento de Proteção Individual (EPI) são

determinadas em função da gravidade do risco, da frequência de exposição ao risco e do comportamento do equipamento.

Existem dois tipos de Equipamentos Proteção Individual:

- **Equipamentos de uso obrigatório** – Deverão ser utilizados por cada trabalhador durante toda a sua permanência no estaleiro e na obra.
- **Equipamentos de uso temporário** – Deverão ser utilizados por cada trabalhador em função da atividade que desempenha.

4 CASO DE ESTUDO – PISCINAS DE CERVEIRA

Como já foi referido anteriormente, a intervenção a realizar nas Piscinas Municipais de Vila Nova de Cerveira visava reabilitar e modernizar o edifício, aumentando assim a qualidade dos seus serviços e melhorar o conforto dos seus utentes.

As Piscinas encontram-se localizadas no Noroeste de Portugal, na sub-região do Minho - Lima, concelho de Vila Nova de Cerveira.

Uma vez que a função do edifício se destina ao funcionamento de piscinas Municipais, o ambiente a que o edifício vai estar sujeito é dos mais agressivos que podemos encontrar. Segundo, a norma ISO 12944-2, o ambiente a que os materiais vão estar sujeitos é a classe C4 (alta), que é uma das classes com ambiente mais agressivo. Este fator influenciou diretamente ou indiretamente todas as áreas de intervenção que se efetuaram.

A intervenção que se realizou foi uma intervenção profunda, de modo que foram poucas as especialidades e zonas do edifício que não sofreram qualquer tipo de intervenção. Contudo, este documento irá focar-se mais na intervenção que se realizou na estrutura metálica, devido à sua complexidade e importância que teve na globalidade da obra.

A estrutura metálica, como se pode verificar na Figura 4.1, Figura 4.2 e Figura 4.3, apresentava um nível elevado de degradação, bem como um avançado estado de corrosão. Estas anomalias afetavam seriamente o funcionamento da Piscina e colocavam em causa a segurança dos seus utentes. Devido à importância arquitetónica e económica que este edifício representa para os habitantes de Vila Nova de Cerveira, estes já há muito que pediam uma intervenção urgente.



Figura 4.1 – Edifício das Piscinas no início da intervenção (2015)



Figura 4.2 – Topo da cúpula no início da intervenção (2015)

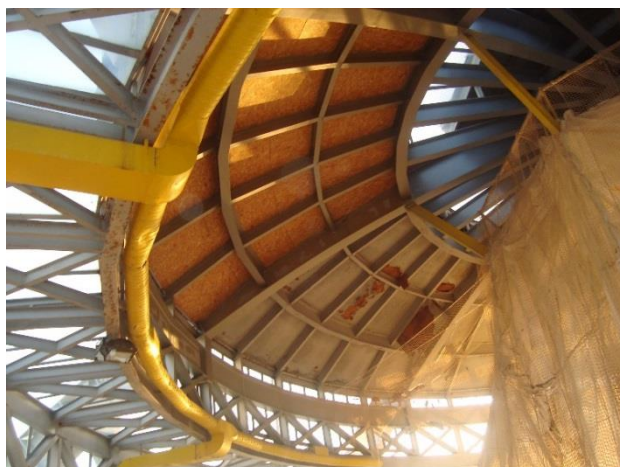


Figura 4.3 – Estrutura metálica e revestimentos no início da intervenção (2015)

A Piscina, apesar de ter funcionado até perto da data de início da intervenção, esta após alguns dias de condições climáticas adversas teve que fechar por um determinado período de tempo, pela falta de segurança que oferecia aos utentes. Nessa altura foi realizada uma intervenção provisória, onde se colocou várias redes que, no caso de queda de algum revestimento da cobertura, impedissem este de cair e colocar em perigo a integridade física dos seus utentes, desta forma a Piscina pôde abrir as portas outra vez. Todavia, era sabido que era apenas uma solução provisória, que era urgente uma intervenção profunda de forma a resolver o problema a título definitivo.

Após ter exercido funções no departamento de subempreitadas da Telhabel Construções S.A. foi-me dada a oportunidade de integrar a equipa de Direção de Obra, onde desempenhei a função de Diretor de Obra Adjunto. Esta função permitiu um acompanhamento mais direto da execução da obra e uma participação mais ativa em todos os componentes da mesma.

Em colaboração com o Diretor de Obra e com o Encarregado Geral as principais funções desempenhadas foram:

- Coordenar reuniões com os representantes do Dono de Obra e da Fiscalização;
- Submeter à aprovação os produtos propostos ao Dono de Obra e à Fiscalização;
- Prospeção de fornecedores e subempreiteiros;
- Coordenar reuniões periódicas com os subempreiteiros e fornecedores;
- Gerir o planeamento da obra;
- Procurar que os prazos estipulados sejam cumpridos;
- Coordenar e supervisionar os trabalhos;
- Gestão de materiais e equipamentos da Obra;
- Efetuar medições de modo a controlar as necessidades de materiais da obra e confirmar quantidades produzidas;
- Estudar os processos construtivos, capacidades e alcances de equipamentos;
- Elaborar desenhos de execução.

O exercício destas funções era realizado em equipa, com a colaboração do Diretor de Obra e do Encarregado de Obra. No entanto, por motivos de doença prolongada do Engenheiro Diretor de Obra, durante o período de um mês assumi as suas funções. Esta situação gerou a necessidade de desenvolver um papel ainda mais importante na gestão e direção da obra, neste período.

4.1 PROCESSO CONSTRUTIVO

O processo de tratamento e reabilitação da estrutura metálica foi um processo complexo, onde estavam envolvidas diferentes especialidades e diferentes empresas subcontratadas. Esta complexidade exigiu um planeamento minucioso por parte dos responsáveis da obra, de modo a se conseguir conjugar as diferentes especialidades para se obter o melhor rendimento possível. A obra possuía um prazo relativamente curto e a Direção de Obra sabia que o cumprimento do prazo de execução da obra passava muito pelo planeamento e execução da intervenção na estrutura metálica.

O planeamento da intervenção na estrutura metálica delineado pela Direção de Obra, conjuntamente com o Dono de Obra e Fiscalização, de forma resumida, foi o seguinte:

1. Remover o revestimento da cúpula, os vãos envidraçados e as condutas de AVAC, de forma a restar apenas a estrutura metálica principal;
2. Analisar a estrutura e localizar quais os pontos críticos da estrutura e os perfis metálicos que seriam necessários substituir;
3. Iniciar a remoção do esquema de pintura existente na estrutura, proceder ao tratamento geral da estrutura e aplicar o primário do esquema de pintura escolhido;
4. Proceder à montagem da estrutura metálica secundária nos diferentes níveis;
5. Proceder a um tratamento mais minucioso da estrutura, tratando eventuais pontos que não tenham sido tratados no tratamento geral da estrutura, bem como tratar e proteger pontos de soldadura resultantes da aplicação da estrutura metálica secundária. Aplicar a subcapa e a camada de acabamento do esquema de pintura;
6. Fixar as placas de OSB 4 à estrutura secundária;
7. Colocar a barreira pára-vapor e as placas de isolamento térmico;
8. Aplicar a camada final em zinco, utilizando o sistema de junta agrafada.

Como já foi referido anteriormente, o processo de tratamento e reabilitação da estrutura metálica, foi um processo complexo, envolvendo um número elevado de intervenientes. Devido a este facto foi necessário a Direção de Obra e os Subempreiteiros implementar uma organização e uma logística eficiente.

Após se ter procedido ao tratamento geral da estrutura e aplicado o primário, a ideia de conjugar as várias especialidades foi dividir a estrutura metálica em várias frações, como se pode observar na Figura 4.4.

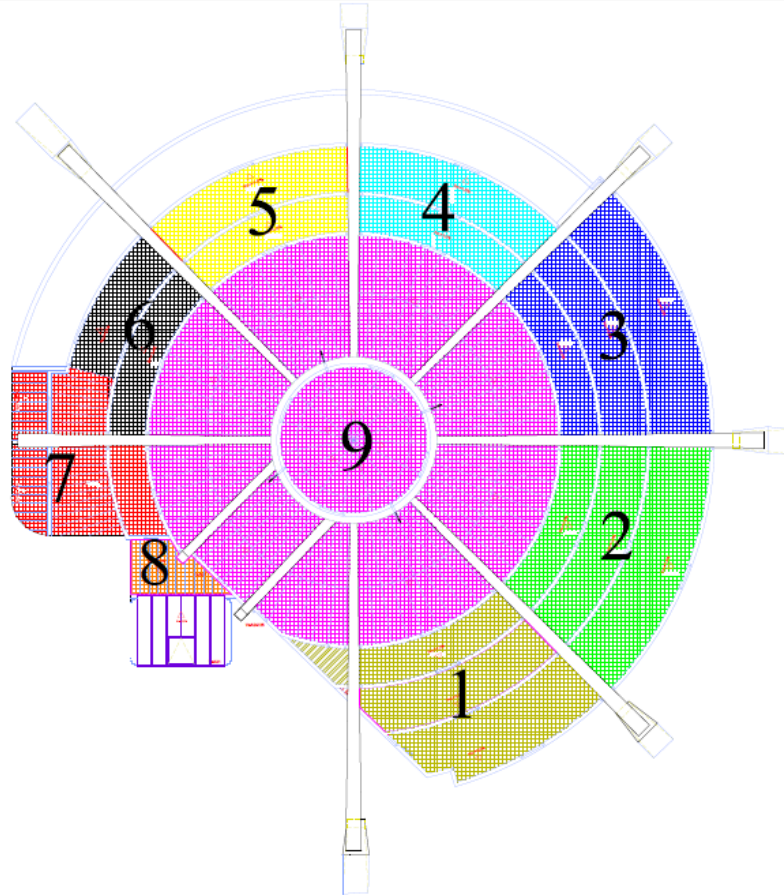


Figura 4.4 – Divisão da estrutura em frações (2015)

O objetivo deste planeamento foi, uma especialidade dar andamento à outra. Assim, após uma especialidade ter terminado o seu trabalho numa fração, outra especialidade lhe poder seguir num processo sequencial. Este planeamento das atividades, teoricamente faz com que este procedimento seja mais rápido e eficaz. Contudo, foi necessário um planeamento minucioso e uma comunicação permanente entre todos os intervenientes, de forma a poder-se antecipar problemas e potenciais atrasos inerentes a cada especialidade. Um exemplo onde a metodologia de comunicação se revelou fundamental foi na execução da fração 9, que apesar de inicialmente a sua execução ter sido planeada em conjunto com as outras frações, esta teve de ser executada posteriormente às outras. Esta situação deveu-se ao incumprimento de prazos de entrega de material e ao entendimento parte dos operários que a duração da atividade era maior do que inicialmente planeado.

Outra vantagem deste planeamento foi definir e limitar as frentes de trabalho para cada subempreiteiro, o que evitou a sobreposição de trabalhos e conflitos entre as diferentes especialidades. Este aspeto revelou-se fundamental quando se encontraram em atividade três plataformas elevatórias, de diferentes empresas. Como se pode observar na Figura 4.5, o espaço onde se encontravam em atividade as duas plataformas elevatórias era bastante reduzido, o que fez com que a limitação da área de atuação e a coordenação entre os manobreadores fosse fundamental para rentabilizar o trabalho e evitar acidentes.



Figura 4.5 – Execução de trabalhos na estrutura com o auxílio de plataformas elevatórias (2015)

4.2 AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA METÁLICA

Após se ter procedido à remoção dos revestimentos da cúpula, dos vãos envidraçados e das condutas de AVAC, foi fundamental uma análise minuciosa da estrutura. Esta análise foi essencial para se identificar pontos críticos da estrutura, e para proceder a um planeamento geral da intervenção a realizar. Serviu também para se identificar os pontos de corrosão mais avançados da estrutura e os perfis e parafusos que seriam necessários substituir, como se pode verificar na Figura 4.6 e na Figura 4.7.



Figura 4.6 – Estrutura metálica sem revestimentos
(2015)

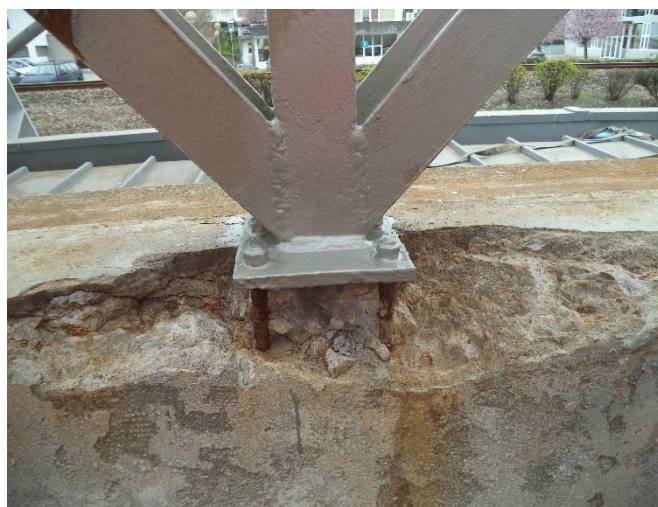


Figura 4.7 – Parafusos em estado avançado de
corrosão (2015)

Esta análise no local revela-se fundamental, especialmente em situações de reabilitação, como é o caso em estudo. Esta análise permite ter uma perceção diferente da que se tem ao consultar os projetos, permite também descobrir eventuais erros e omissões de projeto.

A análise realizada revelou-se fundamental para se perceber que existiam locais onde se teve que adaptar ou modificar a solução proposta em projeto, devido a erros e omissões de projeto ou à impossibilidade de execução da mesma num determinado local. Estas situações serão identificadas e descritas mais à frente neste relatório.

Outra informação que esta análise forneceu foi que, ao se identificar os pontos em situação mais crítica na estrutura, permitiu identificar estes locais como locais sensíveis, o que obrigou a um estudo e a uma análise mais aprofundada das razões destes locais se encontrarem nestas condições avançadas de degradação. Esta tentativa de se perceber o motivo das situações acontecerem é fundamental nas reabilitações porque permitem aprender e corrigir a situação presente, bem como evitar situações futuras.

4.3 TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE

Como já foi referido anteriormente, a eficiência dos revestimentos anticorrosivos está diretamente relacionada com a preparação da superfície a ser revestida.

Devido à função a que o edifício se destina, a estrutura vai estar sempre sujeita a um ambiente agressivo. Foi com base nesta premissa que se delineou o método de tratamento e proteção da estrutura metálica.

Após a substituição dos parafusos que se encontravam demasiado degradados para se recuperarem, realizou-se um despolimento geral de toda a estrutura metálica. O projeto previa também um grau de preparação da superfície P St 3 das chapas de ligação e dos pontos de corrosão existentes. Este grau de preparação da superfície foi obtido com o auxílio de escovas metálicas e discos abrasivos e com o apoio de plataformas elevatórias, como se pode verificar na Figura 4.8 e na Figura 4.9.



Figura 4.8 – Tratamento da superfície no topo da cúpula (2015)

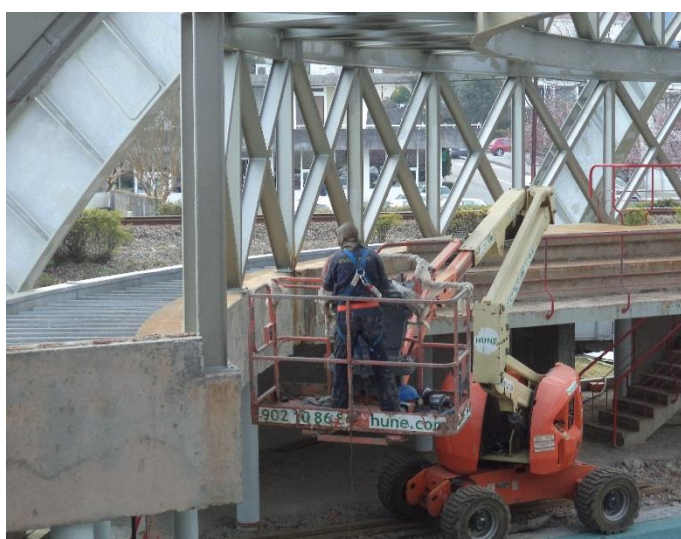


Figura 4.9 – Tratamento da superfície na estrutura metálica (2015)

O processo de tratamento da estrutura metálica, como já foi referido anteriormente, numa fase inicial foi realizado um despolimento geral de toda a estrutura e após a montagem da estrutura metálica secundária, proceder a um tratamento mais minucioso dos pontos de corrosão existentes. Esta segunda fase de tratamento da estrutura implicava uma análise mais cuidada e pormenorizada dos pontos de corrosão existentes. Uma vantagem desta fase de tratamento ser realizada após a montagem da estrutura

metálica secundária, é que se poderia analisar os pontos de soldadura realizados e efetuar eventuais tratamentos desses pontos ou de outros que não tenham sido tratados na fase inicial.

4.4 PORMENORES DE EXECUÇÃO

O projeto da intervenção a realizar na estrutura metálica previa algumas alterações nas soluções construtivas e de alguns materiais utilizados na data da execução da mesma. Estas alterações devem-se à evolução dos materiais e das soluções construtivas ao longo do tempo, de modo a tentar evitar o reaparecimento de algumas patologias e melhorar o conforto dos utentes.

O projeto da intervenção apenas contemplava um pormenor de execução para os primeiros três níveis da estrutura, o que após uma análise “*in situ*” da estrutura verificou-se ser insuficiente. Esta análise no terreno revelou-se fundamental para se perceber que havia zonas onde era necessário adaptar a solução de projeto, ou mesmo estudar uma solução diferente.

Após realizar uma análise meticulosa da estrutura, com o auxílio da Direção de Obra, Fiscalização e Subempreiteiro, dividi a estrutura em várias secções. Elaborei uma planta elucidativa, de modo a facilitar a compreensão das secções que se encontravam abrangidas pelo pormenor descrito em projeto e das zonas que era necessário estudar outra solução. Essa planta encontra-se representada no Anexo C.

4.4.1 Secção 1

Uma das muitas alterações, prevista em projeto foi a substituição do vidro nos revestimentos dos tramos horizontais dos três primeiros níveis da estrutura, para a solução representada na Figura 4.10.

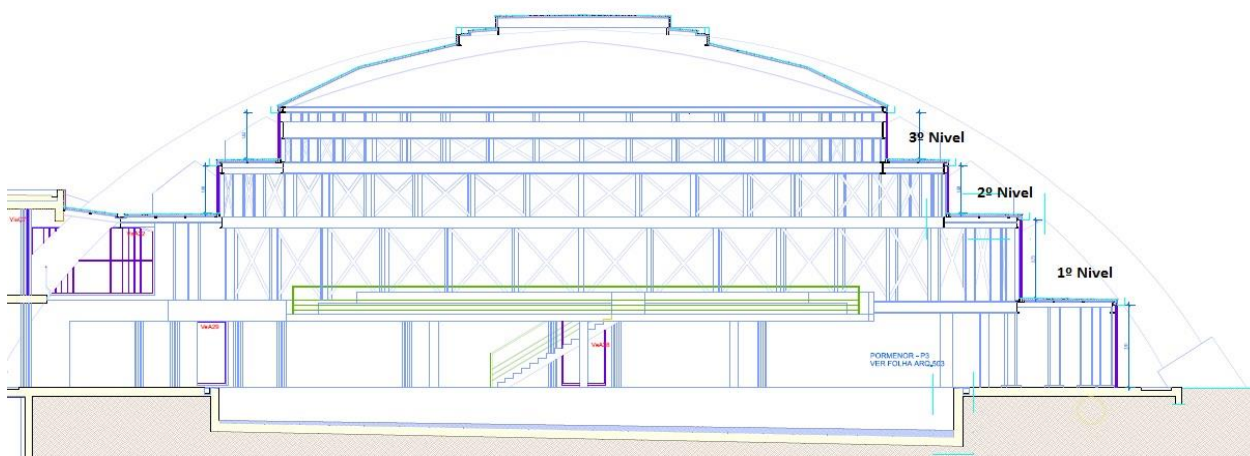


Figura 4.10 – Identificação dos três primeiros níveis (2015)

Esta solução tinha como objetivo proporcionar aos utentes um melhor conforto térmico, bem como melhorar a eficiência energética do edifício.

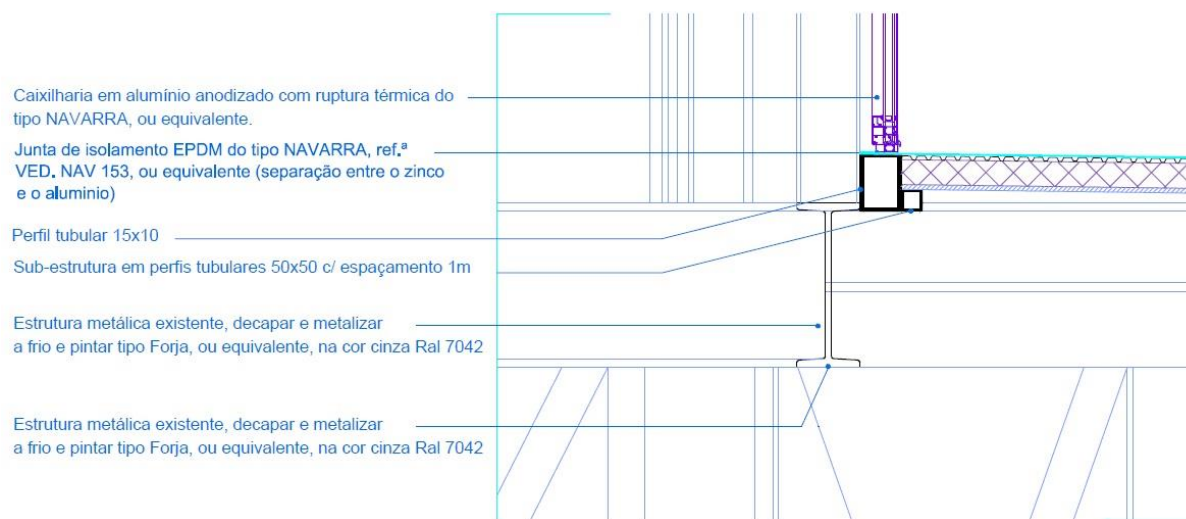


Figura 4.11 – 1º Segmento do pormenor de execução definido em projeto (Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira, 2012)

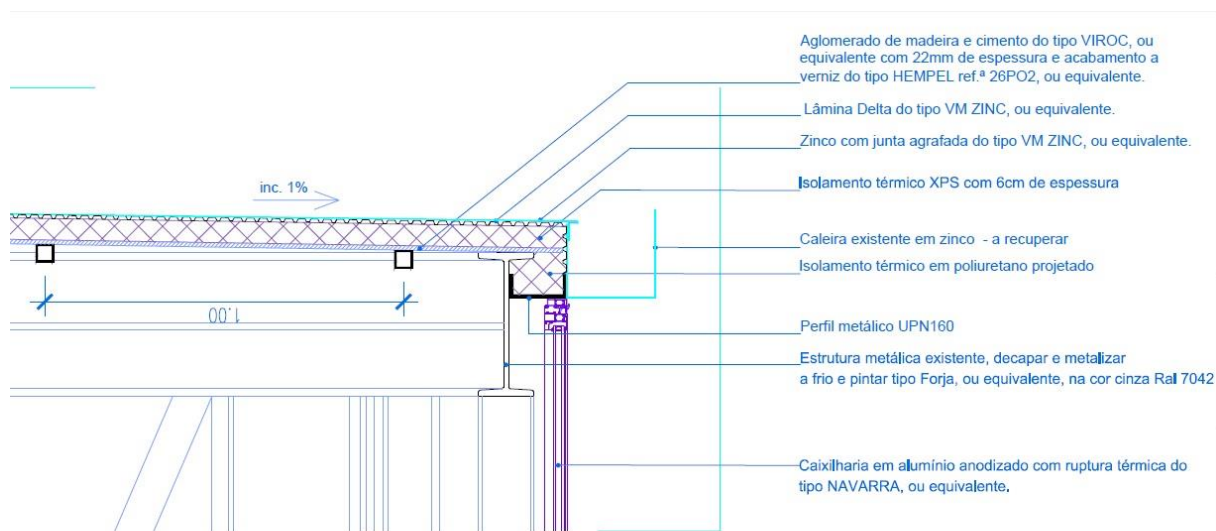


Figura 4.12 – 2º Segmento do pormenor de execução definido em projeto (Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira, 2012)

Após análise e divisão da estrutura verificou-se que esta secção era a única que se encontrava abrangida pelo pormenor de execução, contemplado em projeto. No entanto, esta solução teve de sofrer

alterações em relação ao previsto, essencialmente devido a dificuldades construtivas e a uma tentativa de melhorar a solução proposta. Mais uma vez, se denota a importância de uma análise mais aprofundada, no local, do estado da estrutura. Uma vez que esta análise, para além de indiciar incompatibilidades na execução da solução prevista, mostrou também existir diferenças significativas entre o projeto e a realidade, do estado da estrutura. Uma das situações detetadas foi a existência de locais onde a pendente da estrutura não se encontrava com a inclinação indicada em projeto, ou até mesmo na direção inversa ao indicado. Estas situações reforçam a ideia de que numa reabilitação, por mais minucioso e detalhado que seja o projeto, é necessário uma avaliação e uma análise permanente das condições em obra.

A solução inicialmente prevista em projeto teve de sofrer alterações significativas devido a um erro de projeto, onde constava que a largura do montante da caixilharia a aplicar teria aproximadamente 90 mm. Porém, após consultar a empresa fornecedora do sistema de caixilharia detetou-se que a largura do montante era de 168 mm, em vez dos 90 mm indicados em projeto.

Este erro obrigou a que se adaptasse a solução prevista em projeto. Foi necessário alterar a ligação entre a caixilharia, caleira em zinco e revestimentos da cobertura. Este momento foi decisivo para o desenvolvimento da obra, uma vez que, este desenho de pormenor era fundamental para a interligar os vários componentes da cobertura.

Numa tentativa de se perceber quais seriam as alterações necessárias a efetuar, foi realizada uma análise à estrutura metálica e uma consulta aos subempreiteiros da serralharia e do zinco. Após esta análise da estrutura e a consulta dos subempreiteiros, foi possível à equipa de Direção de Obra desenvolver a solução para este problema. Tive oportunidade de participar ativamente na resolução deste problema, desenvolvendo a primeira versão do desenho de pormenor. Após ter desenvolvido o desenho de

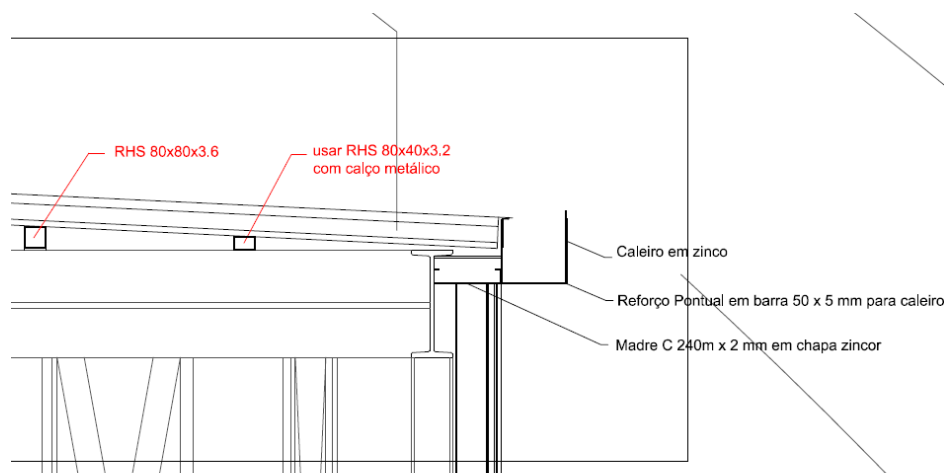


Figura 4.13 – Solução final para o 2º e 3º nível da estrutura (Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira, 2015)

pormenor, este foi apresentado à Fiscalização e ao Dono de Obra, que posteriormente submeteu à aprovação do Projetista. Após este realizar ligeiras alterações no pormenor de execução, a solução final

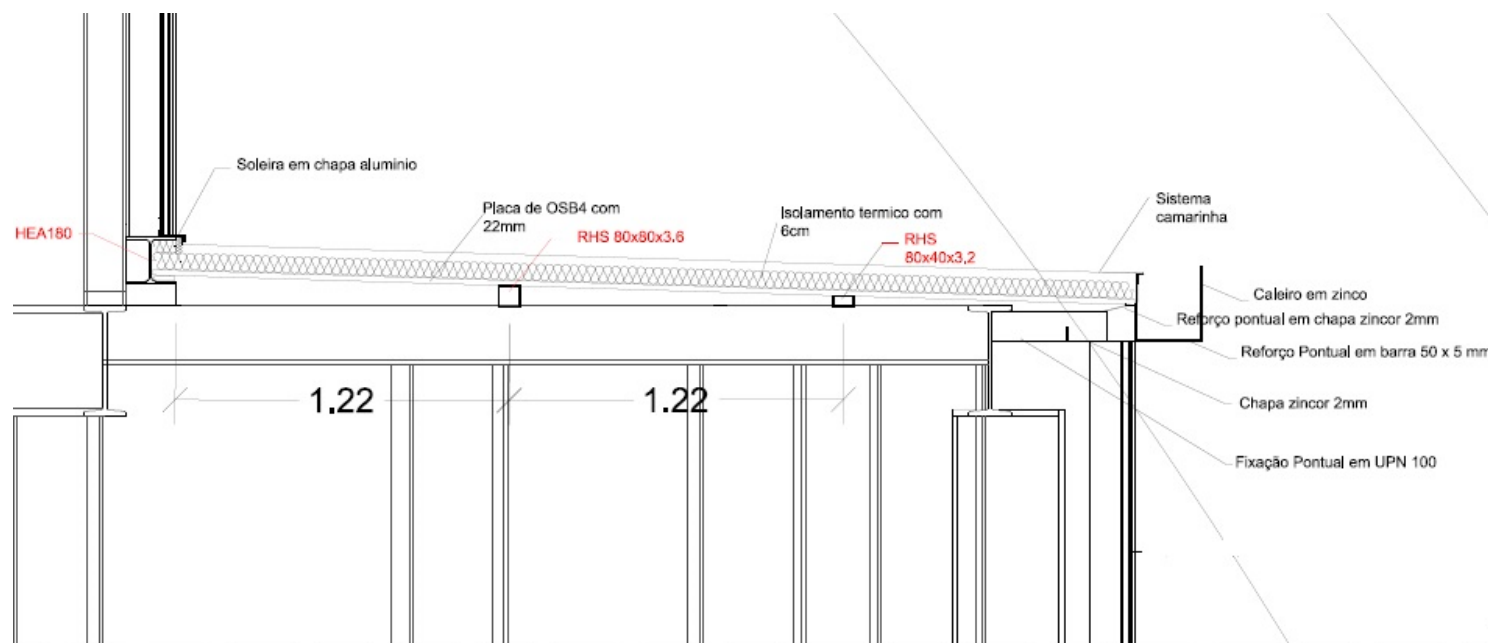


Figura 4.14 – Solução final para 1º nível da estrutura (Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira, 2015) apresentada encontra-se exposta na Figura 4.13 e na Figura 4.14.

Como se pode verificar, ao analisar a Figura 4.13 e a Figura 4.14, foram várias as alterações efetuadas relativamente ao inicialmente previsto em projeto. Algumas destas alterações foram realizadas por necessidade, outras numa tentativa de melhorar a solução inicialmente prevista.

Como já foi referido anteriormente, a dimensão real do montante da caixilharia obrigou a adaptar a solução inicial, particularmente a ligação entre a caixilharia, caleira e os revestimentos da cobertura.

A dimensão do montante da caixilharia fez com que fosse necessário, no 1º nível, afastar a caixilharia da estrutura metálica. Por esse motivo, soldou-se pontualmente à estrutura um perfil UPN 100. Este perfil era posteriormente soldado a uma chapa electrozincada com 2 mm de espessura. A chapa electrozincada, também conhecida como chapa zinco, tinha como função fixar a caixilharia e a caleira.

No momento da consulta realizada aos fabricantes e aplicadores dos sistemas de cobertura em zinco, verificou-se que estes recomendavam que a caleira de zinco com 0,66 mm de espessura possuísse

um apoio de 60 em 60 cm, de modo a minimizar a sua flexão. De modo a respeitar estas orientações, reforçou-se pontualmente a caleira com uma barra de 50x5 mm.

Apesar de imperiosamente terem sido estudadas outras soluções para as restantes secções, a solução encontrada para esta secção serviu de base para se encontrar essas soluções.

A Figura 4.15 e a Figura 4.16 exibem, na prática, aplicação da solução encontrada para esta secção.



Figura 4.15 – Execução do pormenor de execução para o 1º nível (2015)



Figura 4.16 – Reforço pontual para a caleira (2015)

Ao analisar a nova solução para a cobertura, verifica-se que o aglomerado de madeira e cimento foi substituído por aglomerado de madeiras longas e orientadas de classe 4 (OSB 4). Esta alteração deveu-se à preferência do aspeto estético por parte do Dono de Obra, todavia houve outros aspetos que pesaram na decisão da alteração. Um aspeto muito importante foi de que, para além de as placas de aglomerado de madeira e cimento serem cerca de três vezes mais pesadas, estas são mais rígidas. Esta maior rigidez faz com que as placas possam fissurar, tornando-as mais difícil de cortar e furar.

Numa tentativa de melhorar a solução prevista em projeto, foram também efetuadas outras alterações. Uma dessas alterações, que a Direção de Obra em conjunto com a Fiscalização implementou, foi aumentar a inclinação da pendente dos tramos horizontais, passando a ser de 3% em vez do 1% inicialmente previsto. Esta situação obrigou a alterar a dimensão dos perfis tubulares.

A distância entre os perfis tubulares foi definida com base na necessidade de apoios por parte das placas de OSB 4 com 22 mm de espessura. Estas requerem uma distância máxima entre apoios de 1,25 m. Contudo, no 1º nível, os perfis foram colocados a 1,22 m de distância devido a motivos estéticos, uma vez que a esta distância o perfil RHS 80x80x3,6 se encontra a meio do “X”, como se pode observar na Figura 4.17 e na Figura 4.18. O perfil RHS 80x40x3,2 também foi colocado a uma distância de 1,22 m de forma a manter a mesma leitura.



Figura 4.17 – Instalação dos perfis tubulares no 1º nível (2015)

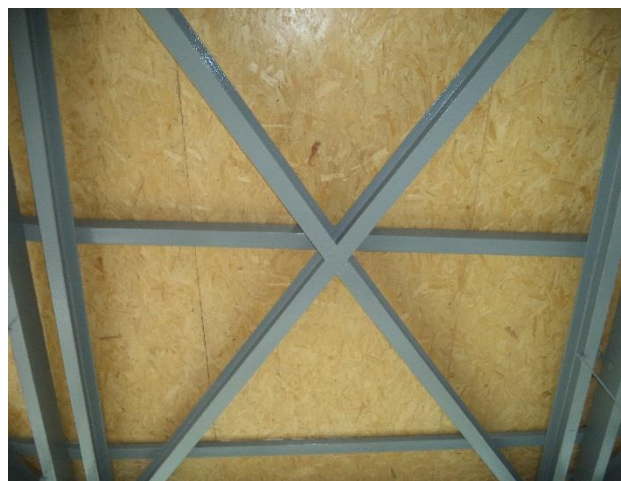


Figura 4.18 – 1º Nível após a execução dos trabalhos, visto pelo interior (2015)

No 2º e 3º nível, os perfis tubulares foram colocados de forma a manter a mesma leitura do 1º nível, colocando-se o perfil RHS 80x80x3,6 no centro do “X”. No entanto, para estes níveis não foi necessário realizar uma preparação tão detalhada, uma vez que, a largura dos tramos horizontais era menor, a distância mínima entre apoios para as placas de OSB 4 estava garantida.

Como já foi referido, anteriormente, a estrutura dispunha de locais onde a pendente da estrutura não se encontrava com a inclinação indicada em projeto, ou até mesmo na direção inversa ao indicado. Desta forma, foi necessário em obra fazer uma preparação de modo que fosse possível obter a inclinação pretendida. Com esta preparação foi possível, com ligeiras alterações da disposição dos perfis HEA 180, RHS 80x80x3,6 e RHS 80x40x3,2, obter os 3% de inclinação pretendida.

4.4.2 Secção 2

A avaliação da estrutura metálica que se seguiu à remoção dos revestimentos da cobertura, indicou para a existência de perfis que requeriam substituição, uma vez que estes se encontravam com um avançado estado de corrosão, como se pode verificar na Figura 4.19.



Figura 4.19 – Perfil em estado avançado de corrosão (2015)

Esta secção exigiu uma preparação meticulosa, pela qual fossem identificados os perfis que se encontravam demasiado degradados para serem recuperados. Nesta preparação também foi estudada a necessidade de colocar perfis, de forma a respeitar a distância entre apoios das placas de OSB 4 com 22 mm de espessura. Esta preparação elaborada pela Fiscalização, com o apoio da Direção de Obra não foi de fácil execução, uma vez que o acesso a esta secção não era fácil.

A planta com a identificação dos perfis a colocar na estrutura encontra-se no Anexo D. O desenho de pormenor encontra-se representado na Figura 4.20.

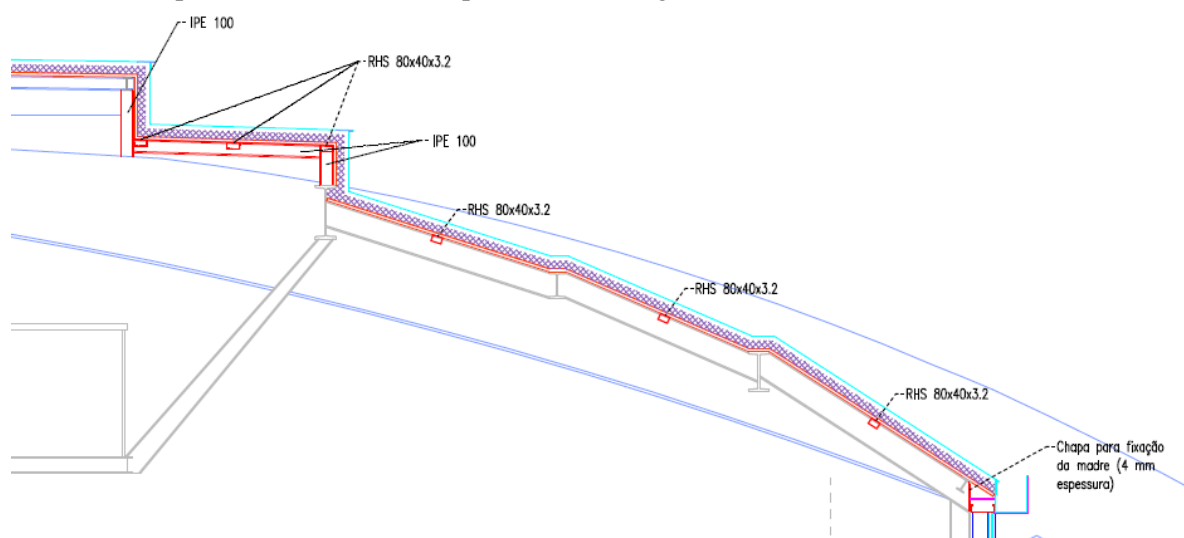


Figura 4.20 – Pormenor de execução da secção 2 (Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira, 2015)

Como se pode verificar no desenho de pormenor, foram colocados perfis RHS 80x40x3,2 e perfis IPE 100. Os perfis RHS 80x40x3,2 foram colocados de forma estratégica, de modo a cumprir com a distância entre apoios das placas de OSB4. Os perfis IPE 100 foram colocados de forma a respeitar a estereotomia da estrutura, nesta zona. Alguns destes perfis foram colocados de forma a substituir os perfis que se encontravam demasiado degradados, outros foram colocados de modo a respeitar a distância entre apoios das placas de OSB 4.

Tal como já foi referido, esta zona não era de fácil acesso, o que complicou a execução dos trabalhos na mesma. A soldagem dos perfis à estrutura, nesta zona, só era possível com o auxílio de plataformas elevatórias. De modo a poder-se alcançar determinados pontos desta secção, foi necessário colocar a plataforma elevatória no interior do tanque da piscina grande, como se pode observar na Figura 4.21 e na Figura 4.22



Figura 4.21 – Entrada da plataforma elevatória para o tanque da piscina (2015)

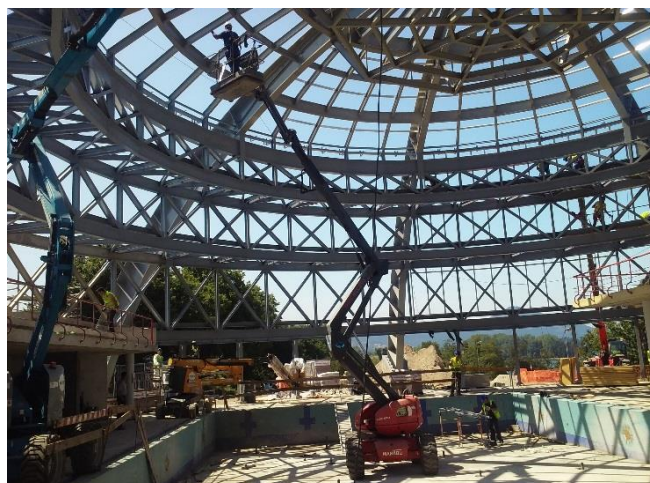


Figura 4.22 – Plataforma elevatória no interior da piscina (2015)

Contudo, como os injetores da piscina já se encontravam colocados, estes condicionavam o espaço de manobra da plataforma elevatória. Por este motivo, só foi possível colocar uma plataforma elevatória no interior do tanque da piscina, o que fez com que os trabalhos nesta secção demorassem mais tempo do que inicialmente previsto.

Na Figura 4.23 e na Figura 4.24 pode-se observar aplicação dos perfis RHS 80x40x3,2 nesta secção.

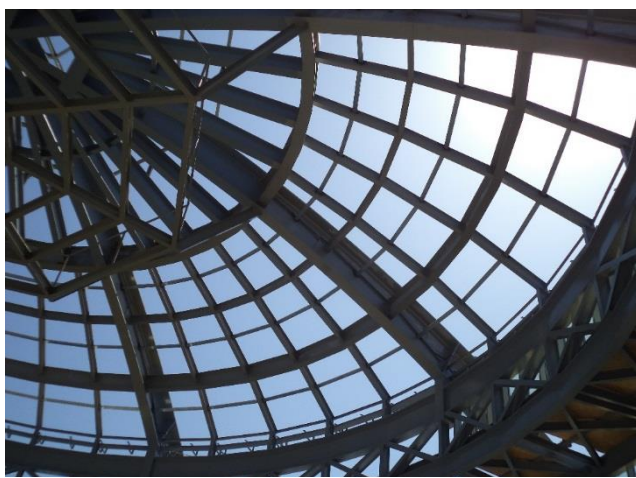


Figura 4.23 – Aplicação dos perfis RHS 80x40x3,2 na secção 2 (2015)

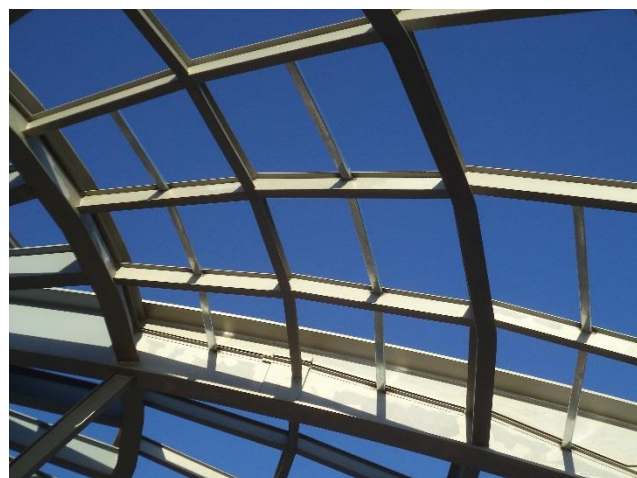


Figura 4.24 – Pormenor de aplicação dos perfis RHS 80x40x3,2 na secção 2 (2015)

4.4.3 Secção 3

Após a avaliação da estrutura metálica verificou-se que não seria possível executar o desenho de pormenor nesta secção e que seria necessária estudar outra solução.

Esta secção como todas as outras sofreu alterações nos revestimentos da cobertura, em relação ao que se verificava até à data da intervenção. Esta situação, por si só justificava um estudo e uma preparação da forma como se iria aplicar esta nova solução de cobertura. No entanto, verificou-se que seria necessário aumentar o caudal da caleira, uma vez que em situações de forte precipitação este se revelava insuficiente. Esta informação foi transmitida pelo responsável da exploração da Piscinas.

A solução para este local não foi de fácil execução, uma vez que nos encontrávamos na presença de um cruzamento de duas pendentes, já existentes, com inclinações inversas. Esta situação impôs a que se alterasse a localização da caleira. O pormenor de execução desta zona encontra-se representado na Figura 4.25.

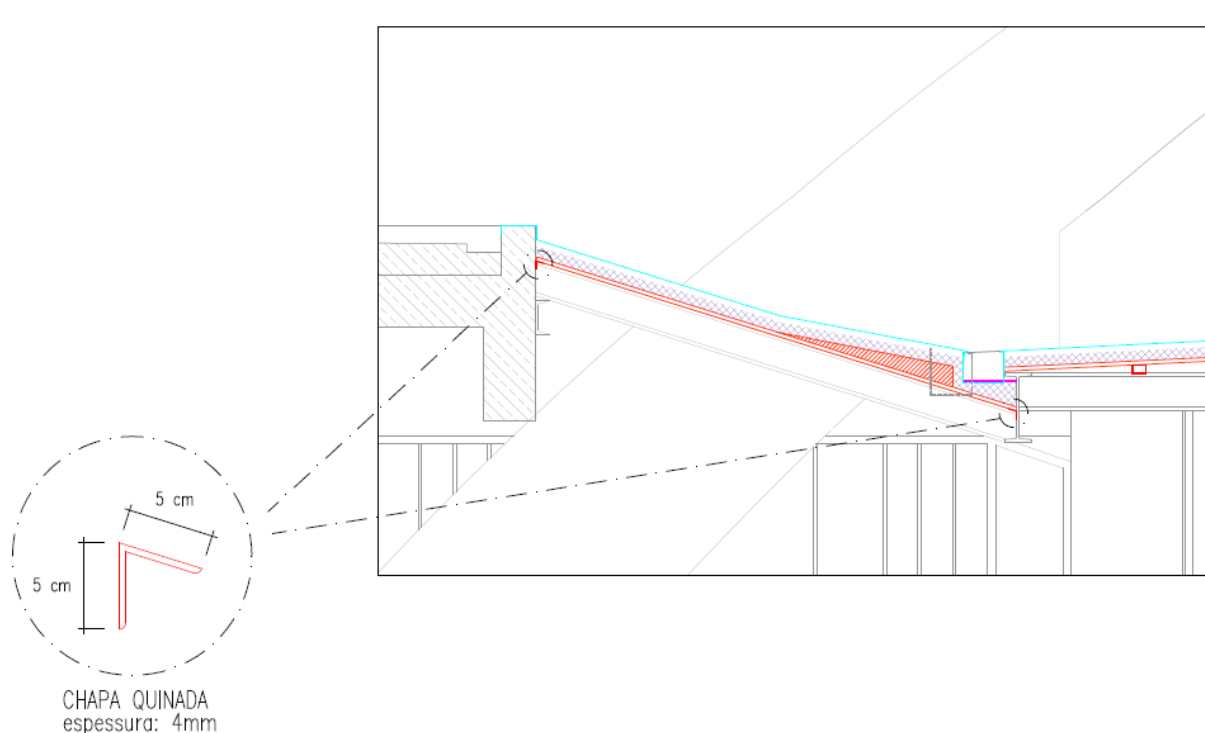


Figura 4.25 – Pormenor de execução da secção 3 (2015)

Como se pode observar no desenho de pormenor, foi utilizado como estrutura de apoio uma chapa quinada com 4 mm de espessura. Optou-se por esta solução em substituição de outro perfil, chapa quinada, uma vez que esta solução oferece um maior leque de geometrias e ângulos.

Como se pode observar na Figura 4.25, de modo a se poder proceder corretamente à drenagem das águas pluviais, foi necessário alterar a inclinação do tramo à esquerda da caleira. Esta diminuição da inclinação foi obtida com o auxílio de placas de OSB, que após serem cortadas à medida eram fixadas na vertical, de forma a aumentar a altura do revestimento.

4.4.4 Secção 4

O princípio utilizado nesta secção foi o mesmo do 1º nível da secção 1, com a exceção da execução da caleira. Este local, à semelhança do que ocorreu na secção 3 é um cruzamento de duas pendentes com inclinações distintas. De forma a se proceder de forma eficiente à drenagem de águas pluviais, foi necessário adaptar as dimensões e a localização da caleira à nova realidade. Todavia, esta secção verificou-se ser de mais fácil execução, uma vez que a caixa de escadas iria ser executada no decorrer da obra. O desenho de pormenor de execução desta secção encontra-se exposto na Figura 4.26.

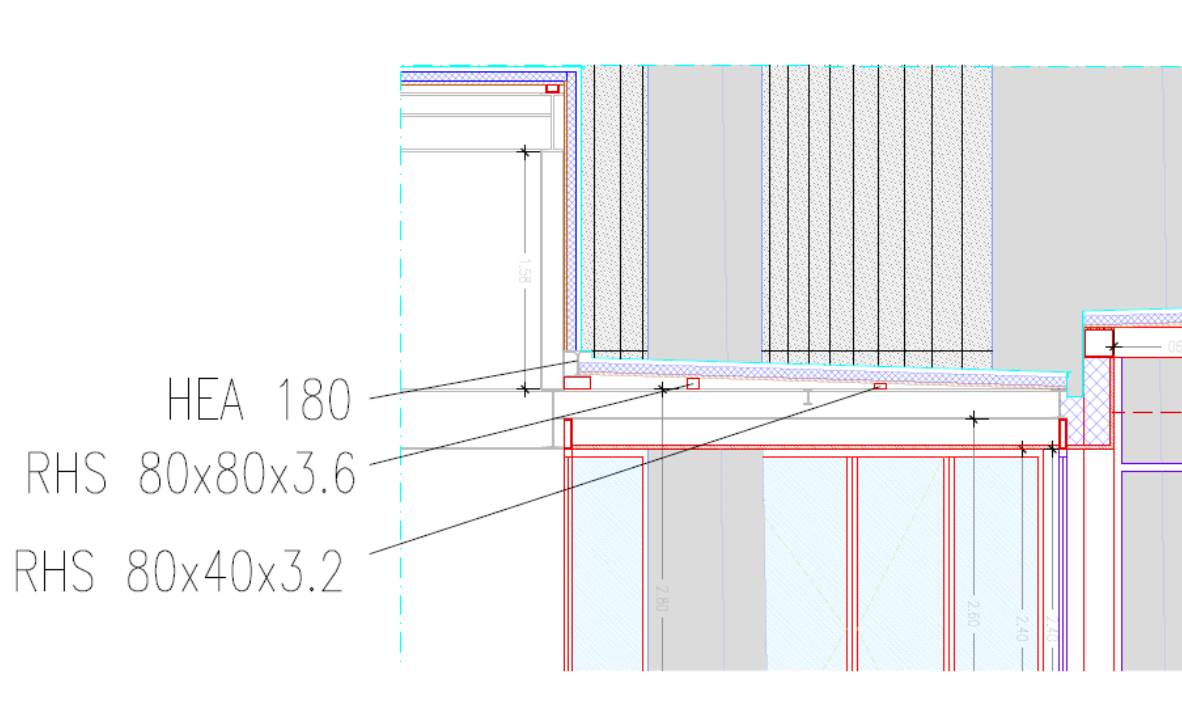


Figura 4.26 – Desenho de pormenor da secção 4 (2015)

4.5 ESTRUTURA SECUNDÁRIA

A evolução natural dos materiais e das soluções construtivas ao longo do tempo faz com que sejam usados, nesta intervenção, materiais e soluções diferentes das que tinham sido usadas na data da conceção do edifício. Numa tentativa de melhorar o conforto dos utentes e evitar o reaparecimento de algumas patologias encontradas, o projeto já previa alterações nas soluções construtivas e nos materiais usados no edifício da Piscina. No entanto, como já foi supracitado, existiram alterações realizadas ao que se previa em projeto, nomeadamente nas soluções adotadas para a estrutura metálica.

As soluções adotadas para a estrutura metálica compreendiam a aplicação de uma estrutura secundária, que teria como função suportar as forças exercidas pelos revestimentos e caixilharia e criar pendente à cobertura, de forma a proporcionar a drenagem das águas pluviais.

A estrutura referida revela extrema importância para a obtenção de sucesso a longo prazo da intervenção, seguidamente, será descrita como foi feita a sua proteção e serão descritos alguns cuidados tomados na sua aplicação.

4.6 PROTEÇÃO ANTICORROSIVA

Como já foi mencionado anteriormente neste relatório, a estrutura metálica e os seus revestimentos vão estar sujeitos a um ambiente agressivo, com uma classe de corrosão C4 (alta), segundo a norma ISSO 12944-2. Por este motivo foi necessário proteger os perfis, evitando ou retardando o feito da corrosão.

Todos os perfis foram protegidos através do mesmo esquema de pintura que a estrutura metálica, que será indicada mais à frente neste relatório. Porém, o método de tratamento definido para os perfis RHS 80x80x3,6 e RHS 80x40x3,2 foi o sistema misto. Optou-se por este método porque havia o receio de que, sendo estes perfis tubulares, surgissem condensações no seu interior, o que aumentaria o risco de corrosão.

Este sistema, como já foi exposto anteriormente, contempla uma proteção através de um revestimento metálico menos nobre e através de pintura, como proteção adicional. No caso em estudo, o revestimento metálico escolhido foi o zinco, sendo este aplicado pelo método de galvanização.

Optou-se pelo método de galvanização por imersão a quente, uma vez que, este método oferece uma proteção uniforme, sendo todas as superfícies protegidas tanto externamente como internamente,

que no fundo foi a característica principal para a escolha deste método. O esquema de pintura foi o mesmo que o utilizado no resto da estrutura.

Na montagem dos perfis tubulares, decidiu-se não soldar a ligação entre os perfis, como se poder verificar na Figura 4.27. Tomou-se esta opção porque havia o receio que ao soldar os perfis, isso compromete-se a eficácia da proteção oferecida pelo zinco. Em termos estruturais a ligação entre os perfis não era necessária e como o interior do perfil se encontrava protegido, não havia problema de o ar circular no seu interior. Contudo, a ligação entre os perfis foi selada com o auxílio de uma vedante cola, à base de poliuretano.

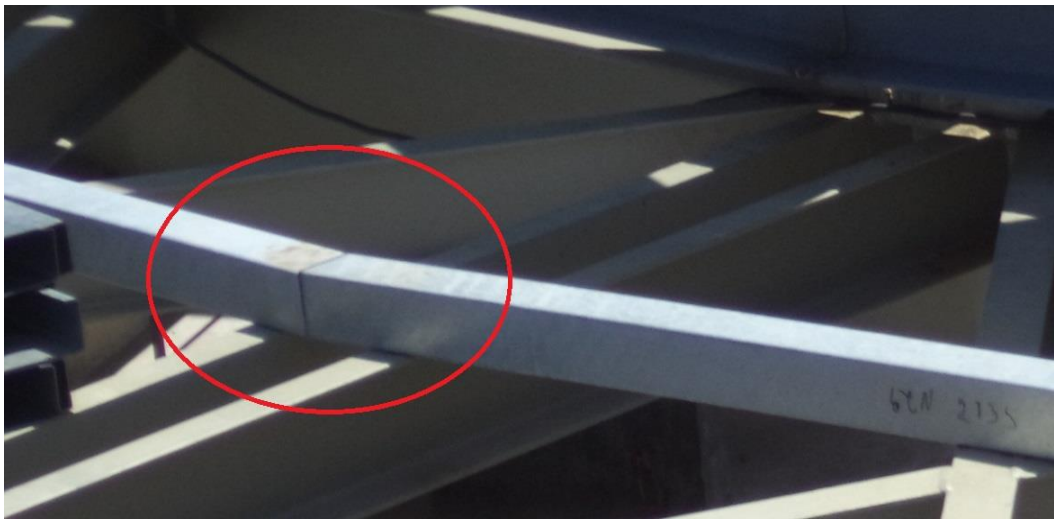


Figura 4.27 – Ligação entre os perfis tubulares (2015)

4.7 ESQUEMA DE PINTURA

Após a colocação da estrutura metálica secundária, o passo seguinte foi efetuar uma reavaliação do estado da estrutura metálica e proceder ao tratamento de pontos de corrosão não detetados na primeira fase de tratamentos. Esta reavaliação permitiu também uma análise dos pontos de soldadura realizados. Esta análise dos pontos de soldadura revelou-se fundamental, uma vez que em alguns casos o intervalo de tempo entre a soldadura e a aplicação do esquema de pintura verificou-se ser demasiado alargado, pelo que já evidenciava sinais de corrosão.

Após o tratamento e a preparação de toda superfície metálica, é fundamental escolher um esquema de pintura adequado para a preservação da superfície.

Dado que nos encontramos na presença de um ambiente com um nível de humidade, temperatura e nível de exposição química elevados foi necessário escolher um esquema de pintura que fosse capaz de proteger a estrutura deste ambiente agressivo.

Outro aspeto, a ter em conta, é o tempo de vida pretendido para a o esquema de pintura. Para o caso em estudo o tempo de vida pretendido foi de 15 anos.

O esquema de pintura escolhido para a estrutura metálica, primária e secundária foi o seguinte:

4.7.1 Primário

O primário utilizado na estrutura foi o C-POX® ST185 AL FD da marca CIN. É um primário epóxi de alta espessura, cujas principais características são:

- Primário epóxi de alto teor em sólidos;
- Tolerante de superfície, podendo aplicar-se sobre superfícies limpas manualmente e mecanicamente;
- Excelente aderência sobre primários epóxi de zinco ou de zinco inorgânico;
- Proporciona um rendimento superior aos revestimentos convencionais quando aplicado sobre superfícies limpas mecanicamente;
- Excelente resistência à humidade e a corrosão;
- Pode ser aplicado sobre superfícies ligeiramente húmidas;
- Pode aplicar-se sobre a maioria de revestimentos existentes e pode-se repintar com uma ampla gama de tintas de acabamento;
- Pode ser aplicado a temperaturas até 5° C;

- Resiste até 200° C (calor seco).

4.7.1.1 Principais aplicações

A tinta C-Pox ST185 AL FD, produto da CIN, é recomendado em operações de manutenção sempre que a decapagem por jato abrasivo não é possível ou proibida. Esta característica encaixa-se perfeitamente no caso em estudo, uma vez que a decapagem na estrutura metálica não foi realizada por jato abrasivo.

É um revestimento recomendado para estruturas metálicas em ambientes marítimos ou industriais, estruturas de aço expostas a elevadas humidades.

Pode ser utilizado como primário ou subcapa em esquemas de pintura epóxi, para a proteção de superfícies de aço submetidas a fortes agressões químicas.

Na Figura 4.28 pode-se observar o primário aplicado num pilar da estrutura metálica.



Figura 4.28 – Pilar revestido com a camada de primário (2015)

4.7.1.2 Tempo de secagem

O tempo de secagem depende da temperatura, da ventilação e da espessura da película.

No quadro seguinte, encontra-se o tempo de secagem a diferentes temperaturas para uma película com espessura entre 100 – 150 μm .

Tabela 3 – Tempo de secagem a diferentes temperaturas da camada de primário (CIN, 2014)

	5° C	10° C	20° C	30° C
Ao tato	17 Horas	5 Horas	2,5 Horas	1,5 Horas
Profundidade	35 Horas	18 Horas	5 Horas	2,5 Horas
Repintura (min)	40 Horas	22 Horas	9 Horas	6,5 Horas
Repintura (max)	1 Semana			

4.7.1.3 Preparação de Superfície Necessária

Como já foi referido anteriormente, o comportamento de um revestimento encontra-se diretamente ligado ao grau de preparação da superfície. O primário utilizado neste esquema de pintura foi desenvolvido para situações onde é impossível ou impraticável por algum motivo a decapagem por jato abrasivo. No caso de estudo, a estrutura metálica devido à sua imponente e singularidade optou-se por não utilizar o jato abrasivo como processo de decapagem, o que torna esta tinta ideal para o caso em questão.

Deve-se eliminar todos os restos de óxido, sujidade, óleo, gorduras e outros contaminantes e recomenda-se um grau de preparação da superfície St 3 ou St 2.

4.7.2 Subcapa

A subcapa utilizada neste esquema de pintura foi a C-Pox ST170 da marca CIN. É um revestimento epóxi de alto teor em sólidos, cujas principais características são:

- Primário epóxi universal de altas prestações;
- Excelente aderência sobre o aço, betão e alumínio, galvanizados e cerâmicos;
- Em zonas oxidadas, pode-se aplicar sobre o aço limpo por meios mecânicos;
- Compatível e com excelente aderência sobre uma ampla gama de tintas;
- Tolerante a superfícies ligeiramente húmidas;
- Pode ser repintado com uma larga gama de acabamentos;
- Aplicável sobre superfícies tratadas com jato de água de alta pressão);
- Excelentes características de aplicação.

4.7.2.1 Principais Aplicações

A C-Pox ST170 é um produto formulado para revestir com elevado desempenho estruturas de aço e betão em instalações onde se encontrem sujeitas a um grau elevado de condensações, humidade, exposição marítima ou outros ambientes sujeitos a fortes agressões químicas.

Na Figura 4.29 pode-se observar a aplicação da C-Pox ST170 como subcapa, utilizando o rolo como meio de aplicação.



Figura 4.29 – Aplicação da subcapa num pilar da estrutura metálica (2015)

4.7.2.2 Tempo de secagem

O quadro seguinte mostra o tempo de secagem a diferentes temperaturas para uma espessura de 125 μm .

Tabela 4 - Tempo de secagem a diferentes temperaturas da camada de primário (CIN, 2014)

	10° C	20° C	30° C
Ao tato	18 Horas	4 Horas	2 Horas
Profundidade	35 Horas	15 Horas	4 Horas
Repintura (minímio)	35 Horas	15 Horas	3 Horas
Repintura (máximo)	Ilimitado		

4.7.2.3 Preparação de Superfície Necessária

Para estruturas de aço é recomendado uma preparação da superfície a ser revestida, através da limpeza por jato abrasivo ou através de processos mecânicos. Deve-se eliminar todos os restos de oxidação, sujidade, óleo, gorduras ou outros contaminantes. Recomenda-se um grau de preparação de superfície St 2 ou St 3.

Em situações de pinturas pré-existentes, a C-Pox ST170 pode-se utilizar sobre a maioria dos revestimentos devidamente limpos e aderentes, porém deve-se consultar o fornecedor. Em casos de dúvida ou em caso de pinturas existentes de natureza desconhecida, recomenda-se a realização de um ensaio.

4.7.3 Acabamento

A tinta constituinte da camada de acabamento foi a C-Thane S258, produto da CIN. É um esmalte de poliuretano acrílico curado com isocianatos alifáticos, cujas principais características são:

- Boa qualidade e aspeto;
- Grande durabilidade em exterior;
- Boa retenção de brilho e cor à intempérie;
- Permite a aplicação de elevadas espessuras com pistola *airless*;
- Elevada dureza e resistência à abrasão, mantendo uma boa flexibilidade.

4.7.3.1 Principais Aplicações

A C-Thane S258 da marca CIN é recomendada como camada de acabamento de esquemas de pintura epóxi ou poliuretano em instalações industriais, ambientes marítimos, ou outros ambientes sujeitos a fortes agressões químicas.

Como se trata da camada de acabamento final, o aspeto é importante. A C-Thane S258 tem um acabamento brilhante e encontra-se disponível em várias diferentes cores. A cor utilizada no caso de estudo foi a cor cinza, RAL¹ 7042.

¹ *A sigla RAL significa “*Rationelle Arbeitsgrundlagen für die praktiker des Lack*”. É um sistema universal composto por 210 cores.

Na Figura 4.30 pode-se observar a camada de acabamento aplicada na estrutura metálica da Piscina.



Figura 4.30 – Camada de acabamento aplicada na estrutura metálica (2015)

4.7.3.2 Tempo de secagem

O quadro seguinte mostra o tempo de secagem para uma espessura de 50 μm .

Tabela 5 - Tempo de secagem a diferentes temperaturas da subcapa (CIN, 2014)

	20° C
Ao tato	1-2 Horas
Profundidade	12 Horas
Repintura (min)	4 Horas
Repintura (max)	Ilimitado

4.8 CAIXILHARIA

As caixilharias de alumínio utilizadas nas Piscinas Municipais de Vila Nova de Cereira foram de alumínio anodizado a 25 μm . A preocupação pela adequabilidade e durabilidade dos materiais, face ao ambiente a que vão estar sujeitos foi grande na reabilitação realizada ao edifício das Piscinas Municipais. Face a esta preocupação, utilizaram-se caixilharias com uma espessura de película de óxido de alumínio que pudesse atuar eficazmente como barreira protetora, num ambiente agressivo como é o de um edifício dotado de Piscinas Municipais.

Os sistemas de caixilharias, utilizados na reabilitação do edifício das Piscinas, foram as séries N14 100, N14 200 e N15 200 da marca Navarra. Contudo, só serão abordados neste relatório os sistemas N14 200 e N15 200, uma vez que foram estes que foram aplicados na estrutura metálica.

Ambos os sistemas possuem corte térmico, uma vez que era fundamental que a caixilharia possuísse boas performances de isolamento térmico e acústico e que permitisse uma poupança significativa de energia.

4.8.1 Sistema N15 200

O sistema N15 200 é um sistema de fachada, sendo utilizado quando se pretende ter o vidro como elemento principal numa fachada. Na Figura 4.31 apresenta-se o desenho de pormenor deste sistema de fachada, devidamente legendado.

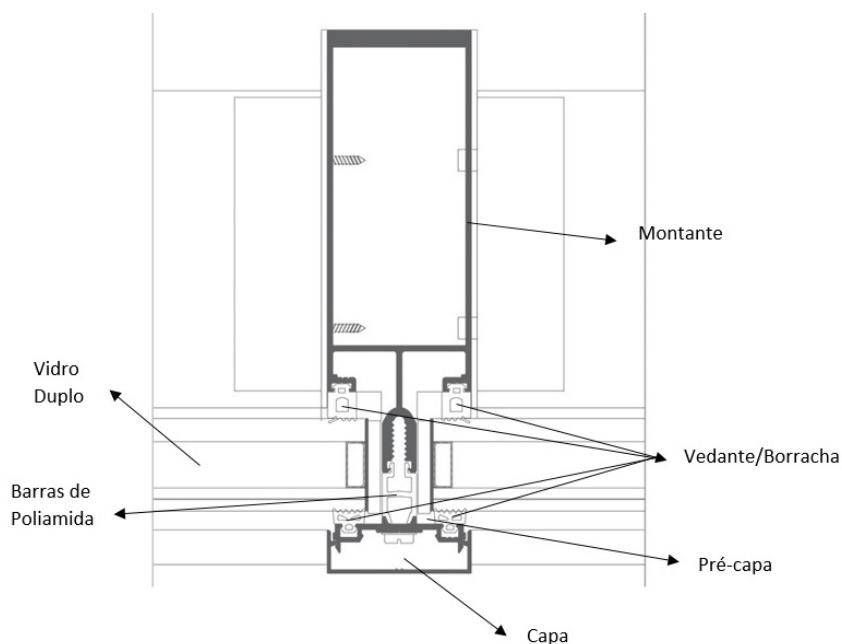


Figura 4.31 – Sistema N15 200 (Navarra, 2015)

Este sistema para além de possuir características estéticas, cada vez mais apreciadas na arquitetura moderna, permite uma elevada transparência e um maior aproveitamento da luminosidade natural.

Como se pode verificar, o corte térmico deste sistema é realizado de uma forma pouco convencional. Como se trata de um sistema de fachada, o corte térmico obtido através das barras de poliamida é realizado no exterior do montante.

A fixação do vidro, neste sistema, é obtida através da fixação da pré-capa. Esta é aparafusada ao montante, de modo a permitir a fixação do vidro e a garantir a sua estabilidade. A capa é colocada, através de um sistema de encaixe, com o objetivo de ocultar estas fixações.

4.8.2 Sistema N14 200

O sistema N14 200 é um sistema de batente, pelo que a sua utilização na estrutura metálica limitou-se à utilização nas fachadas com portas.

Na Figura 4.32 encontra-se representado o pormenor de corte do sistema de caixilharia da série N14 200. Como se pode observar, ao contrário do sistema N15 200, o corte térmico é realizado no interior do montante.

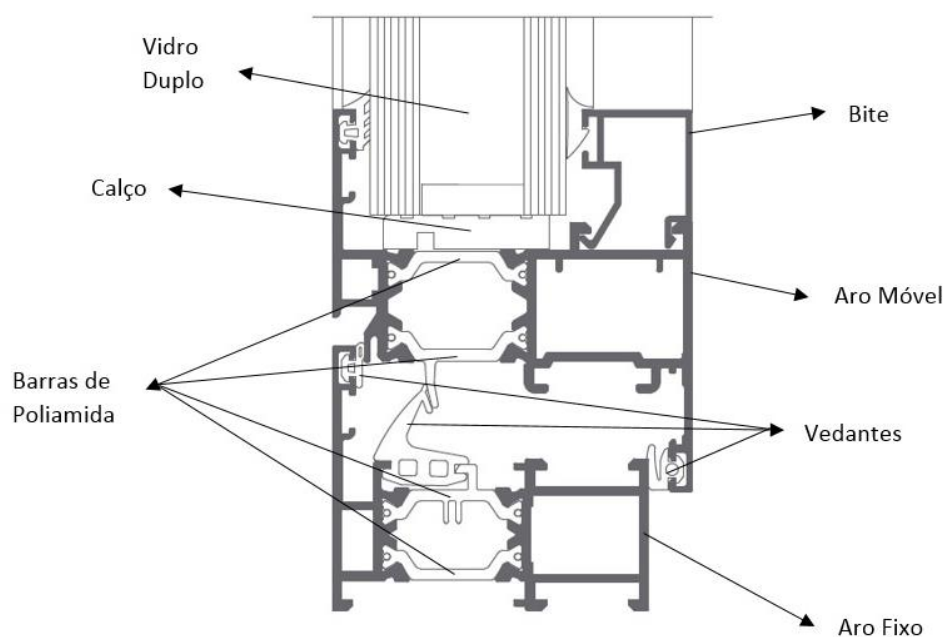


Figura 4.32 – Sistema 14 200 (Navarra, 2015)

Este sistema foi desenvolvido para obter elevados desempenhos de isolamento térmico e acústico. Possui três câmaras e utiliza barras de poliamidas de 24 mm reforçadas com fibra de vidro, o que permite uma poupança significativa de energia comparativamente a sistemas sem corte térmico.

Neste sistema, a fixação do vidro é obtida através do bite. Este elemento, como é fixo ao aro móvel através de um sistema de encaixe, por motivos de segurança, é impreterível que este elemento seja aplicado pelo lado interior do compartimento.

4.9 VIDRO

Como já foi referido anteriormente neste documento, a área de envidraçados na fachada do Edifício das Piscinas Municipais de Vila Nova de Cerveira é grande, o que faz com que a qualidade do vidro seja fundamental tanto para a eficiência energética do edifício como para conforto térmico e acústico dos utentes.

Encontrava-se definido em projeto que a solução para os envidraçados da cúpula seria a utilização de vidro duplo.

O vidro duplo que se utilizou foi fornecido pela vitrochaves® e é composto da seguinte forma:

Tabela 6 – Constituição do vidro duplo (Vitrochaves, 2015)

Nº	Descrição	Espessura (mm)
1	SOLARLUX® NATURAL 70/40 HT 6 mm TEMPEREX®	6
2	ÁRGON	18
3	MULTIPACT® 44.2	8,76



Figura 4.33 – Esquema do vidro duplo utilizado (Vitrochaves, 2015)

Como se pode verificar, o vidro duplo utilizado é composto por um vidro temperado pelo exterior e por um vidro laminado pelo interior.

O vidro temperado utilizado foi elaborado, com objetivo de proporcionar uma temperatura ambiente equilibrada, tanto no Inverno como de Verão. Na Tabela 7 mostram-se algumas características luminosas e energéticas deste vidro.

Tabela 7 – Características Luminosas e Energéticas (Vitrochaves, 2015)

Transmissão Luminosa	74%
Reflexão luminosa	13%
Fator solar	44%
Coefficiente de ensombramento	0,55
Índice de seletividade	1,68

A utilização de um vidro laminado pelo lado interior, faz com que este vidro seja considerado um vidro de segurança. A sua utilização pelo interior deve-se ao facto de haver um risco maior de acidentes no interior do edifício, uma vez que muitas das vezes a taxa de ocupação é elevada e com um número elevado de crianças.

O vidro em caso de quebra, os fragmentos permanecem presos à película de polivinil butiral, até que seja possível substituí-lo.

O vidro utilizado é composto por duas lâminas com 4 mm cada e por duas películas de 0,38 mm cada, o que perfaz uma espessura total de 8,76 mm.

O vidro duplo, normalmente, é constituído por dois vidros que se encontram separados entre si por um espaço hermeticamente preenchido com ar atmosférico, no entanto este espaço pode ser preenchido com outros gases da atmosfera, que possuam uma condutibilidade térmica inferior. Neste caso o preenchimento da câmara com 18 mm de espessura foi realizado com o gás Argon.

Os quadros seguintes apresentam algumas propriedades e características do vidro duplo, no seu conjunto.

Tabela 8 – Características do vidro duplo (Vitrochaves, 2015)

Espessura	34,76 mm
Peso	40 Kg/m ²

Tabela 9 – Propriedades Térmicas (Vitrochaves, 2015)

Coefficiente de Isolamento Térmico (U)	1,0 W/m ² °K
--	-------------------------

Tabela 10 – Características Luminosas (Vitrochaves, 2015)

Transmissão Luminosa (τ_v)	70%
Reflexão Luminosa (ρ_v)	12%
Reflexão Luminosa Interior (ρ_{vi})	13%

Tabela 11 – Características Energéticas (Vitrochaves, 2015)

Transmissão Energética (τ_e)	32%
Reflexão Energética (ρ_e)	30%
Absorção Energética (α_e)	38%
Fator Solar (g)	42%
Coefficiente de sombra (SC)	48%
Índice de seletividade	1,68

Após a análise destes valores, podemos concluir que este vidro apresenta uma qualidade elevada em termos de eficiência térmica e energética.

Salienta-se alguns valores, como o coeficiente de isolamento térmico, o fator solar e o índice de seletividade.

O valor do coeficiente de isolamento térmico é bastante reduzido, o que nos indica que o fluxo de calor que atravessa o elemento é mínimo. Já o valor do fator solar não é muito elevado nem muito reduzido, uma vez que apesar do edifício se encontrar no Norte de Portugal, os edifícios das piscinas Municipais normalmente são locais com uma temperatura interior elevada. Esta elevada temperatura interior deve-se em grande parte ao calor proveniente dos tanques das piscinas, logo para não aquecer em demasia o interior da piscina, o fator solar não poderia ser muito elevado. Contudo, este valor também não poderia ser demasiado reduzido, de modo que obriga-se a um maior gasto de energia para aumentar a temperatura dos tanques das piscinas e consequentemente os seus custos.

O valor do índice de seletividade faz referência à quantidade de luz que um vidro permite passar em relação à quantidade de calor. O valor do índice de seletividade deste vidro diz-nos que este vidro permite a passagem de 1,68 vezes mais luz do que calor.

4.10 AGLOMERADO DE PARTÍCULAS DE MADEIRA LONGAS E ORIENTADAS

Como já foi referido anteriormente, apesar de estar previsto em projeto a aplicação de aglomerado de madeira e cimento, este foi alterado para OSB. A alteração deveu-se a motivos estéticos e ao facto de as placas de aglomerado de madeira e cimento serem mais rígidas e mais suscetíveis de fissurar.

Devido às condições de humidade e temperatura de uma piscina, a classe do OSB tinha de ser obrigatoriamente de classe 4. Esta classe é indicada para ambientes húmidos e para situações onde é necessário um desempenho estrutural elevado. Como proteção adicional foi ainda aplicado em fábrica um verniz impregnante de alta proteção, em ambas as faces, ideal para ambientes com elevados níveis de humidade.

As placas de OSB 4 de modo a atingirem o ponto de equilíbrio com as condições de humidade e temperatura do ambiente envolvente foram colocadas em obra onde estiveram 48h em repouso, antes de serem aplicadas.

A espessura das placas de OSB 4 utilizadas foi de 22 mm. As placas com esta espessura requerem uma distância entre apoios, no máximo com 1,25 m. Por esse motivo se colocou os perfis RHS 80x80x3,6, RHS 80x40x3,2 e HEA180 com um espaçamento máximo de 1,25 m.

Foram realizadas 6 fixações por placa de 1,25x1,25 m, de forma a serem respeitadas as orientações do fabricante, as fixações foram realizadas a 2 cm do bordo transversal e a 10 cm do bordo longitudinal. Entre si, na direção transversal, os parafusos foram colocados a uma distância de 0,525 m.

As fixações foram realizadas com parafusos M6 em aço inox, idênticos ao apresentado na Figura 4.34.



Figura 4.34 – Parafuso M6 em aço
inox (2015)

O OSB 4 com 22 mm de espessura, com apoios a 1,25 m é capaz de resistir a uma carga de 200Kg/m^2 , o que com os devidos cuidados é capaz de suportar o peso de uma pessoa. É evidente que este tipo de revestimento não é o ideal para suportar grandes cargas, no entanto esta característica facilita a sua montagem.

Como se pode verificar na Figura 4.35, os parafusos colocados nas placas de OSB 4 eram pulverizados com *spray* de zinco, de modo a servir de proteção adicional ao efeito de corrosão nos parafusos.

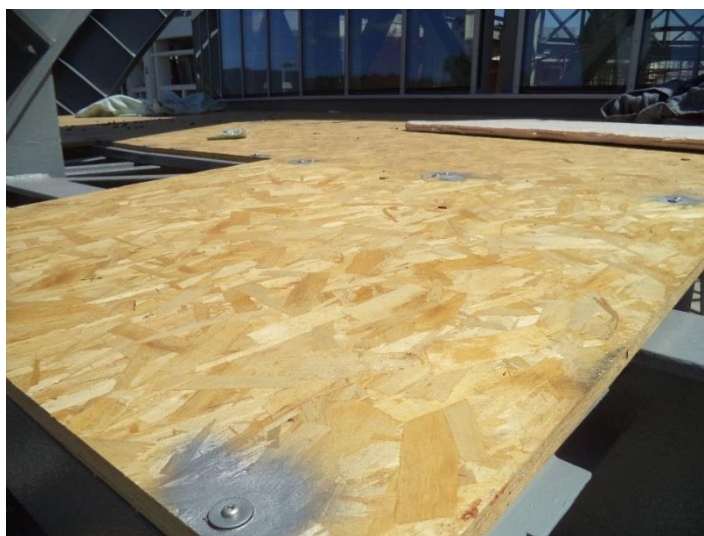


Figura 4.35 – Parafusos pulverizados com *spray* de zinco (2015)

A Figura 4.36 mostra a colocação das placas de OSB 4 na zona arredondada da cúpula. Os perfis RHS 80x40x3,2 foram colocados nesta zona da cúpula com o objetivo de cumprir com a distância mínima de apoios para as placas de OSB 4.

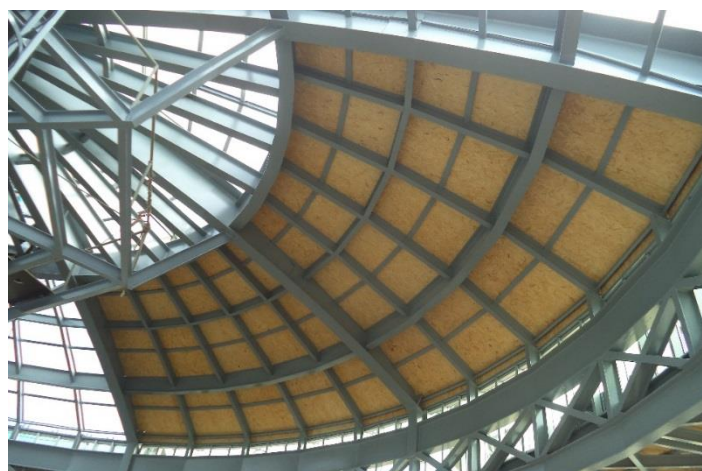


Figura 4.36 – Aplicação das placas de OSB no topo da cúpula (2015)

Um dos motivos que levaram à alteração das placas de aglomerado de madeira e cimento para placas de OSB foi a preferência do aspeto estético por parte do Dono de Obra. A Figura 4.37 exhibe o aspeto visual após a aplicação do OSB 4 em obra.



Figura 4.37 – Cúpula após a intervenção realizada (2015)

Quando se abordou a possibilidade de se alterar o aglomerado de madeira e cimento para OSB, encontrava-me a desenvolver o estágio no departamento de Subempreitas. Dada esta situação, fiquei encarregue de consultar as empresas fornecedoras, de modo a se poder elaborar um orçamento para o Dono de Obra. Aproveitei este contato para ver respondidas algumas dúvidas, transmitidas pela direção de Obra e Dono de Obra, em relação ao material.

No momento da sua aplicação já integrava a equipa de Direção de Obra, pelo que fiquei responsável pelo processo de entrada em obra deste material.

4.11 BARREIRA PÁRA-VAPOR

Uma piscina geralmente apresenta um parâmetro de higrometria bastante elevado, o que a torna mais propícia à ocorrência de condensações internas.

A temperatura interior e humidade relativa de um edifício está diretamente relacionada com o número de utentes e com a intensidade da sua atividade, no entanto um edifício com piscina habitualmente possui as seguintes condições:

- Temperatura interior de 28 a 30° C;
- Humidade relativa interior de 55 a 77%.

A expressão “barreira pára-vapor” é, geralmente, utilizada para designar os componentes que oferecem alguma resistência à passagem de vapor de água, utilizados para minimizar o problema das condensações internas.

Quando se aplica um isolamento térmico, separamos dois ambientes com temperaturas diferentes, com o objetivos de impedir a transmissão de calor. A barreira pára-vapor no caso em estudo foi aplicada entre as placas de OSB 4 e o isolamento térmico, como se pode verificar na Figura 4.38.

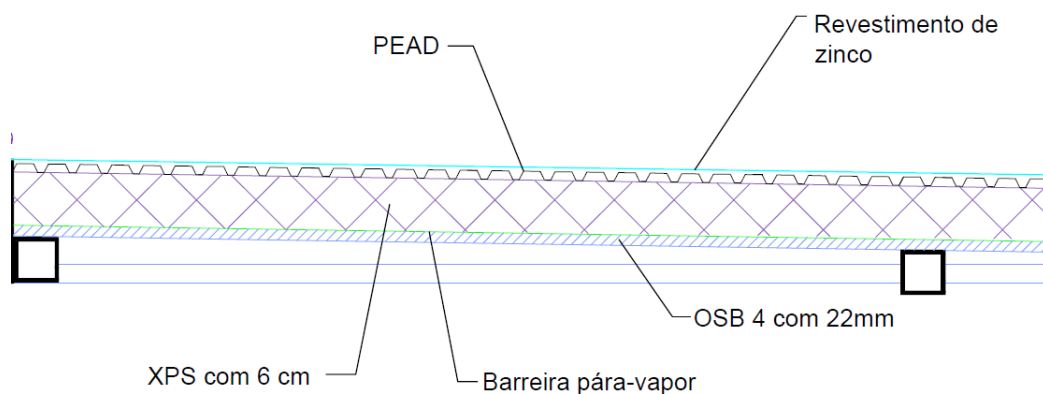


Figura 4.38 – Esquema de cobertura (2015)

A aplicação da barreira pára-vapor neste local tem como objetivo impedir ou pelo menos diminuir a passagem do vapor de água para o material isolante.

A barreira pára-vapor não pode possuir nenhuma interrupção, uma vez que se o vapor de água por algum motivo passar para o material isolante, este pode condensar-se no seu interior e desta forma provocar a diminuição das suas capacidades isolantes.

A aplicação da barreira pára-vapor na cobertura da estrutura metálica não se encontrava inicialmente prevista no projeto da intervenção, porém devido à atividade que o edifício se destina decidiu-se que era fundamental a sua aplicação.

O elemento usado como barreira pára-vapor foi uma manga extrudida em polietileno de baixa densidade com 200 μm . É um material flexível, que o torna fácil de aplicar, apresenta uma baixa permeabilidade à água e um custo reduzido.

Na colocação da barreira pára-vapor foram considerados os seguintes cuidados:

- Aplicação da manga plástica de forma contínua e uniforme;
- Execução da vedação das juntas por sobreposição de camadas com uma largura mínima de 5 cm;
- Evitar perfurações.

Quando se abordou a possibilidade de se aplicar uma barreira pára-vapor na cobertura da estrutura metálica, o Engenheiro Diretor de Obra encontrava-se de baixa médica. Por esse motivo fiquei encarregue de fazer toda a preparação.

Na primeira fase contabilizei a área onde seria aplicada a barreira pára-vapor, acrescentando a área referente às juntas de sobreposição. Posteriormente, com a indicação da área necessária, solicitei ao departamento de logística que procedesse à consulta dos fornecedores, de forma a facultar um orçamento ao Dono de Obra.

Após a aprovação do orçamento e das fichas técnicas do material, solicitei ao departamento de logística que procedesse à encomenda do mesmo.

4.12 ISOLAMENTO TÉRMICO

Dado que o revestimento a colocar sob a camada de isolamento é em zinco, este oferece algumas restrições às características do material isolante a colocar. O isolamento a colocar deve possuir uma resistência mecânica suficiente para que os aplicadores do revestimento em zinco se desloquem sem deformar ou danificar o material. Este aspeto é fundamental para se garantir uma base uniforme e contínua ao revestimento em zinco.

Outra característica fundamental é a densidade do material isolante. Esta deve garantir que a espessura do material isolante se mantenha constante durante o seu tempo de vida útil, caso contrário colocaria em risco a estanquidade e durabilidade de todo o revestimento.

4.12.1 Poliestireno Extrudido

O material definido em projeto para a cobertura da estrutura metálica foi o isolamento térmico em poliestireno extrudido (XPS), com 6 cm de espessura. Este material por norma respeita as exigências do revestimento em zinco, no entanto os fornecedores e aplicadores de zinco aconselham que o isolamento apresente uma massa volúmica de 35 Kg/m³ e uma resistência à compressão, com 10% de deformação, de cerca de 300 KPa.

São de evitar materiais isolantes projetados e lâ de vidro, uma vez que não oferecem uma base contínua e uniforme ao revestimento de zinco.

4.12.1.1 Vantagens

Este material apresenta inúmeras vantagens, das quais salienta-se:

- Baixa condutibilidade térmica, com valores a rondar os 0,034 W/m·K;
- Altamente resistente à absorção de água, possuindo níveis inferiores a 0,7%;
- Capilaridade nula;
- Apresenta uma resistência à compressão com 10% de deformação de cerca de 300Kpa;
- É imputrescível;
- Fácil manuseamento e aplicação.

4.12.1.2 Aplicação em obra

Para a aplicação em obra deste material isolante, foram tomados os seguintes cuidados:

- Evitar a exposição das placas aos agentes atmosféricos;
- Retirar as placas da embalagem apenas no momento da aplicação;
- Verificar as condições das placas, de forma a evitar aplicar placas danificadas;
- A base de suporte deve-se encontrar isenta de sujidade;
- Evitar irregularidades na base de suporte superiores a 1 cm.

4.12.1.2.1 Encaixe

De modo a facilitar a sua aplicação, as placas de XPS possuem os seguintes acabamentos laterais:



Figura 4.39 – Encaixe macho/fêmea (2015)



Figura 4.40 – Sem encaixe (2015)



Figura 4.41 – Encaixe madeira (2015)

O encaixe meia madeira é o mais indicado para ser aplicado em coberturas. Por esse motivo as placas aplicadas na cobertura da estrutura metálica possuíam este encaixe.

4.12.2 Poliuretano Projetado

Apesar de se ter referido, que não era aconselhável a utilização de materiais isolantes projetados, foi utilizado pontualmente, poliuretano projetado.

A razão pela qual este material isolante não era aconselhado para o caso em estudo era que este material não oferecia uma base contínua e uniforme ao revestimento de zinco. Contudo, este material foi colocado antes das placas de OSB, como se pode verificar na Figura 4.42.

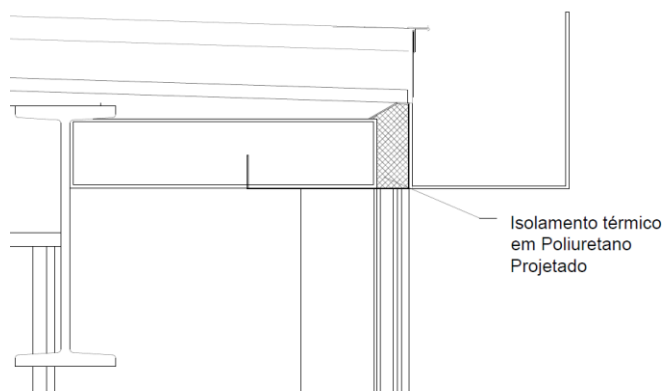


Figura 4.42 – Pormenor de execução para o isolamento térmico em poliuretano projetado (2015)

Este princípio foi utilizado para os três níveis da secção 1. Utilizou-se este material isolante, numa tentativa de evitar perdas de calor por este local. Esta solução já se encontrava prevista no projeto inicial, porém foi necessário adaptar a sua execução.

A opção por este material justifica-se com base na sua rápida aplicação e durabilidade. Todavia, existem outras características que influenciaram a sua escolha. Algumas dessas características são:

- Baixo coeficiente de condutibilidade térmica ($0.024 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$);
- Boa estabilidade dimensional;
- Excelente aderência;
- Imputrescível;
- Baixa permeabilidade ao vapor de água.

4.13 COBERTURA EM ZINCO

A última camada de revestimento para a estrutura metálica foi o zinco. O principal objetivo desta última camada é a impermeabilização da cobertura. A impermeabilização é alcançada através de chapas em zinco que, após serem perfiladas ou quinadas são encaixadas entre si, formando assim um revestimento absolutamente impermeável.

Existem vários sistemas para coberturas em zinco, o que foi utilizado no caso de estudo foi o sistema de junta agrafada. Este sistema encontra-se perfeitamente adaptado para ser aplicado em coberturas com uma grande área e em climas severos.

Este sistema é ainda capaz de se adaptar a diferentes formas de uma cobertura, sendo estas planas, curvas ou inclinadas. Este aspeto é fundamental para o caso de estudo, uma vez que a estrutura apresenta uma forma bastante irregular.

4.13.1 Instalação em Obra

Antes da instalação do sistema em obra, foi necessário uma preparação, onde foram verificados todos os remates necessários para se obter um acabamento perfeito e acima de tudo garantir a impermeabilização de toda a cobertura. Esta preparação foi fundamental para se garantir a impermeabilização da cobertura, uma vez que se tratava de uma reabilitação, a estrutura apresentava situações singulares e diferentes do projeto.

A instalação do sistema de junta agrafada foi feita de forma sequencial, onde as principais etapas foram as seguintes:

1. Montagem da caleira e pingadeira;
2. Colocação do filme de PEAD;
3. Colocação da chapa em forma de “L”;
4. Fixação das presilhas móveis e fixas às placas de OSB 4;
5. Colocação da chapa em forma de “U”;
6. Fecho das juntas com o auxílio de um alicate manual;
7. Fecho definitivo das juntas, com recurso a uma máquina própria para o efeito.
8. Repetição do processo em toda área de cobertura.

Como já tinha sido referido anteriormente, os fornecedores do sistema de cobertura em zinco recomendavam que a caleira de zinco com 0,66 mm de espessura possuísse um apoio de 60 em 60 cm,

de modo a minimizar a sua flexão. Contudo, na tentativa de respeitar a estereotomia da caixilharia, nomeadamente o alinhamento dos montantes, esta distância nem sempre podia ser cumprida. Face a este problema e à insistência do Dono de Obra para que fosse respeitada a estereotomia da caixilharia, optou-se por se reforçar as caleiras, utilizando zinco com 0,82 mm de espessura, em vez dos 0,66 mm inicialmente previstos. No sistema de junta agrafada, a espessura utilizada foi de 0,66 mm.



Figura 4.43 – Disposição dos reforços pontuais para a caleira (2015)

A durabilidade do sistema de junta agrafada encontra-se diretamente relacionada com a durabilidade e correta aplicação dos parafusos e presilhas. Os parafusos utilizados foram em aço inox de cabeça chata, como se pode observar na Figura 4.44.

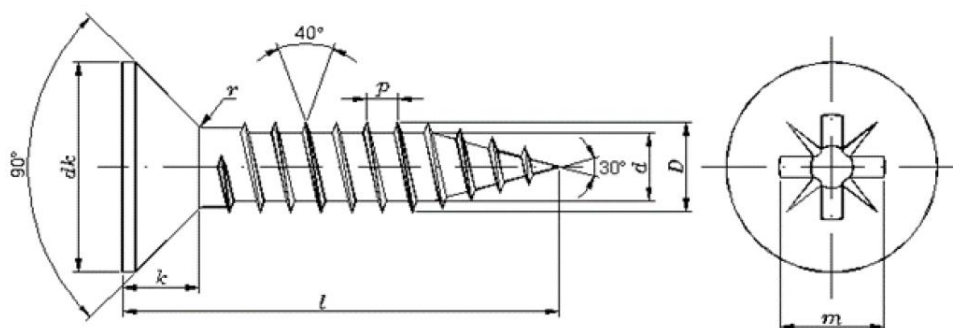


Figura 4.44 – Esquema de parafuso de cabeça chata (Tecnofix, 2015)

Estes parafusos foram propostos pela empresa que ira aplicar o sistema de junta agrafada na obra. No entanto, como estes parafusos iriam perfurar as placas de OSB, antes de submeter o material à aprovação da Fiscalização, foi questionado aos fabricantes de OSB se estes parafusos eram os mais indicados. A resposta fornecida por estes foi positiva.

O número de fixações realizadas foi de 4 a 5 por m² e os parafusos penetraram o OSB até a uma profundidade máxima de 2 cm. Desta forma, garantia-se que o OSB não era vazado pelos parafusos.

As presilhas que asseguram a resistência mecânica do revestimento da cobertura e permitem a dilatação do zinco desempenham um papel fundamental nos sistemas de cobertura de junta agrafada, desse modo a sua durabilidade é essencial. As presilhas utilizadas, no caso de estudo, foram em zinco puro.

Esta obra como se trata de uma reabilitação faz com que seja necessário adaptar os materiais e as soluções a ser impostas, aos elementos já existentes. Uma das situações em que foi necessário estudar uma solução, foi na aplicação do sistema de junta agrafada no topo da cúpula. Como se pode verificar na Figura 4.45, o arredondamento da cúpula é obtido através de uma sequência de tramos retos.

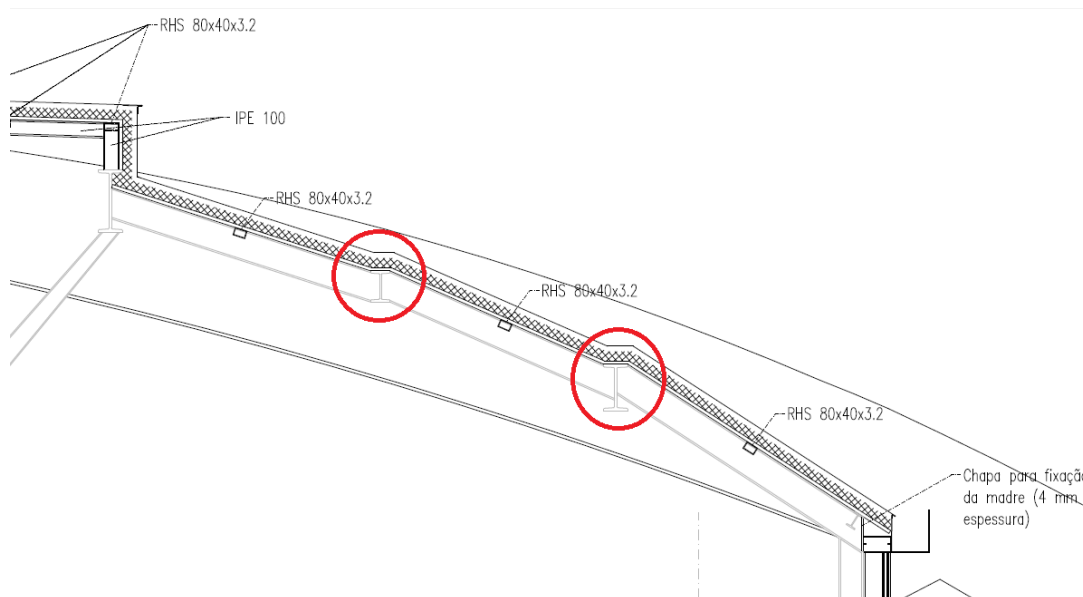


Figura 4.45 – Identificação das ligações entre os tramos retos (Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira, 2015)

Foi necessário estudar o pormenor de ligação entre os diferentes tramos retos, delimitados com um círculo na Figura 4.45. O Dono de Obra pretendia que esta ligação fosse pouco notada, de modo a manter o aspeto arredondado.

Para este efeito foram apresentadas, em reunião de obra, duas soluções ao Dono de Obra, que se apresentam na Figura 4.46 e na Figura 4.47



Figura 4.46 – Pormenor de ligação nº 1 (2015)



Figura 4.47 – Pormenor de ligação nº 2 (2015)

Ambas as soluções cumpriam com os requisitos de drenagem e de impermeabilização pretendidos. Porém, por motivos estéticos, o Dono de Obra optou pelo pormenor de execução nº 1.

4.13.2 Pendente

Em sistemas de cobertura em zinco a pendente mínima aconselhável é de 5%. Esta inclinação é fundamental para se obter um rápido escoamento das águas pluviais.

No projeto de reabilitação das Piscinas estava previsto para algumas zonas uma inclinação de apenas 1%, no entanto esta inclinação foi alterada para 3%. Apesar de não ser a inclinação ideal, por motivos económicos optou-se por alterar a inclinação apenas para 3%.

Esta situação é comum em Portugal, uma vez que por motivos de concorrência com outras soluções de coberturas com necessidades de inclinações inferiores, algumas empresas aplicadoras de zinco usam os 2% como limite mínimo de inclinação.

As figuras seguintes ilustram aplicação do sistema de junta agrafada no edifício das Piscinas.

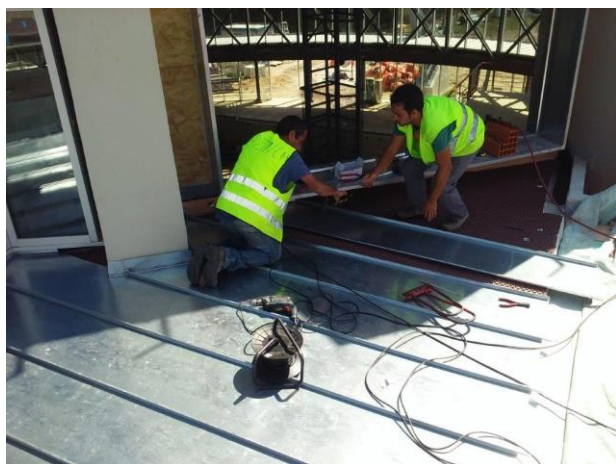


Figura 4.48 – Aplicação do sistema de junta agrafada (2015)

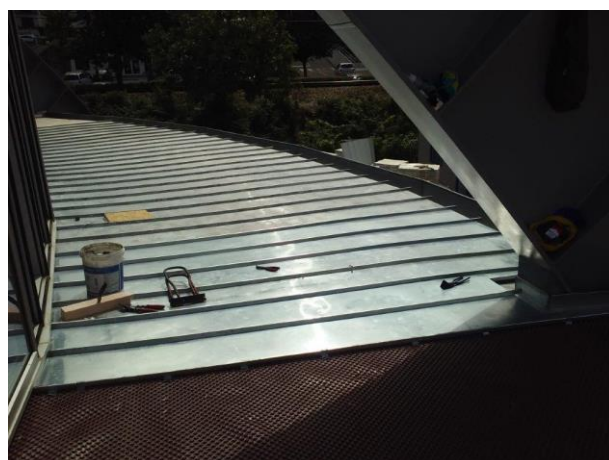


Figura 4.49 – Sistema de junta agrafada (2015)

4.14 SEGURANÇA

A segurança no trabalho é um conjunto de ciências e tecnologias que tem como objetivo promover a proteção do trabalhador no seu local de trabalho, visando a redução de acidentes de trabalho.

A eliminação do risco é o principal objetivo da prevenção de riscos profissionais. Infelizmente nem sempre é possível eliminá-lo. Embora, se possa eliminar o risco em alguma etapa do processo, permanecem sempre riscos devido à natural relação entre o homem e o seu trabalho ou atividade.

Sempre que os riscos não possam ser eliminados, estes devem ser avaliados através da caracterização do fenómeno quanto à sua origem, natureza e consequências nocivas à segurança, higiene e segurança no trabalho.

Neste capítulo, serão abordados alguns procedimentos de segurança para as atividades realizadas na estrutura metálica, no caso em estudo.

A todos os operários e colaboradores, antes do início da sua atividade, era facultada uma ação de formação onde eram abordados os seguintes temas:

- Política de qualidade, ambiente e segurança da empresa;
- Normas básicas de segurança e ambiente;
- Uso de equipamentos de proteção individual;
- Uso de equipamentos de proteção coletiva;
- Normas de segurança e ambientais em estaleiro e em obra;
- Plano de emergência - Como atuar em caso de acidente e em caso de emergência ambiental. Informação da localização da caixa de primeiros socorros e dos números de telefone a contactar em caso de emergência;
- Plano ambiental – como atuar em caso de derrame de produtos químicos;
- Gestão de resíduos;
- Riscos associados e medidas preventivas adotar na execução da atividade inerente a cada colaborador.

4.14.1 Procedimento de Segurança

O presente procedimento teve como objetivo a indicação de uma série de medidas de prevenção e de proteção, a implementar face aos riscos resultantes das atividades em questão.

Como já foi mencionado anteriormente, a cada operário antes do início da sua atividade era facultada uma ação de formação, onde constavam estas medidas de prevenção.

4.14.1.1 Descrição do trabalho

Para execução deste trabalho era prevista a seguinte sequência:

1. **Descarga de materiais** – O veículo de transporte circulando pelas vias destinadas à circulação de veículos pesados, era encaminhado até à zona de descarga. O material era descarregado e armazenado junto ao local da sua aplicação.
2. **Montagens de linha de vida** – Os operários de modo a procederem à montagem da linha de vida, tinham de o fazer amarrados com arnês de segurança à estrutura metálica existente. Era fundamental amarrar as linhas de vida a pontos de ancoragem fixos e resistentes.
3. **Montagem do estrado provisório e andaime** – Os operários, devidamente amarrados à linha de vida, colocavam o estrado provisório no 1º nível da estrutura metálica. O estrado provisório colocado possuía aproximadamente 3 m de comprimento e 2 m de largura. De forma a aceder aos níveis seguintes, era montado andaime. O procedimento era repetido para os restantes níveis. O estrado provisório era colocado na totalidade os espaços onde havia possibilidade de queda em altura. Era fundamental que o material colocado para servir de estrado, suportasse as cargas exercidas pelos operários e pelos materiais que tivessem de ser colocados em cima. De forma a se garantir que os estrados cumpriam com estes requisitos, eram realizadas inspeções periódicas.
4. **Montagem da estrutura metálica secundária** – Era obrigatório que todos os operários, durante todo o processo de montagem da estrutura metálica, permanecessem amarrados à linha de vida através de arnês de segurança;
5. **Execução de soldaduras** – Na proximidade do local onde eram realizadas as soldaduras, era interdito a passagem e a permanência de operários não afetos à atividade. Era obrigatório a presença de um extintor nas proximidades do local das soldaduras.

6. **Colocação da barreira pára-vapor, do isolamento XPS e da aplicação do revestimento de zinco** – Durante todo o processo os trabalhadores tinham de se encontrar devidamente amarrados à linha de vida, com o auxílio de um arnês de segurança.

4.14.2 Medidas de Prevenção

Como já foi referido anteriormente, antes do início dos trabalhos todos os operários eram informados acerca dos riscos e medidas preventivas a adotar na execução da sua atividade. Neste capítulo serão indicadas algumas medidas preventivas, empregues nos trabalhos executados na estrutura metálica.

4.14.2.1 Descarga de Materiais

As medidas de prevenção fornecidas aos operários, referente à descarga de materiais foram as seguintes:

- A descarga e o transporte de materiais deverão ser realizados através de um camião grua;
- As cargas deverão ser devidamente amarradas e acondicionadas de forma a garantir a estabilidade durante a movimentação;
- Deverá proceder-se à inspeção do estado das cintas e correntes, devendo proceder-se à sua substituição sempre que seja detetada qualquer anomalia;
- Os materiais deverão ser carregados e descarregados, apenas em áreas definidas para o efeito;
- A movimentação de materiais deverá fazer-se sempre que possível junto ao solo, de modo a minimizar o impacto de uma eventual queda;
- Só irá ser permitida a permanência do pessoal necessário na proximidade das cargas em elevação;
- Deverão ser respeitadas as indicações do fabricante do equipamento quanto ao limite de carga;
- Devem ser evitadas as manobras de elevação de cargas em caso de intempérie ou ventos fortes.

4.14.2.2 Montagem do andaime

O andaime tinha como principal função facultar acesso aos diferentes níveis da estrutura da metálica. As principais instruções dadas aos operários para a montagem do andaime foram:

- A montagem e respetiva desmontagem deverão ser realizadas por pessoal habilitado;

- Avaliar “in situ” a capacidade resistente e a estabilidade do solo. Verificar a existência de infraestruturas enterradas não referenciadas no solo, que possam provocar afundamentos;
- Antes da montagem dos andaimes e escadas de apoio, verificar o estado de conservação de todos os elementos e proceder à rejeição de todos os que não cumpram com os requisitos requeridos;
- Os andaimes deverão ser montados segundo as indicações do fabricante e não se devem misturar peças de estruturas de fabricantes diferentes;
- Os prumos deverão ser travados junto ao solo e enterrados até uma profundidade mínima de 0,20 m, sempre que o solo possua um declive superior a 30%;
- É proibido a utilização de tijolos, blocos de cimento ou de outros elementos que possam fraturar, como base apoio;
- As estruturas devem ser dotadas de guarda-corpos a 0,45 m e 0,9 m de altura, bem como de rodapés a 0,15 m.
- O andaime deverá ser montado com os trabalhadores devidamente amarrados à linha de vida;
- O andaime terá de ser ancorado à estrutura metálica existente. A fixação deverá ser feita a elementos que ofereçam as condições de solidez e resistência necessárias;
- O andaime só poderá ser utilizado após ser devidamente inspecionado;
- O acesso aos vários níveis do andaime é obrigatório que seja feito pelas escadas inseridas no seu interior;
- As escadas de acesso pelo interior não deverão ser utilizadas por dois ou mais trabalhadores em simultâneo;
- É proibido efetuar qualquer alteração no andaime sem aprovação prévia por parte da Direção de Obra;
- A desmontagem do andaime deverá ser feita por fases horizontais e no sentido descende, não sendo permitida a desmontagem em simultâneo de dois ou mais níveis do andaime. Só se deverá passar para o nível inferior de desmontagem quando o nível superior estiver completamente desmontado.

4.14.2.2.1 Componentes do sistema de andaime

De forma a se proceder a uma correta montagem de um andaime é fundamental conhecer todos os seus componentes. De seguida apresentam-se os vários componentes de um sistema de andaime comum.

1. Parapeito de topo;
2. Consola;
3. Tubo de apoio à consola;
4. Guarda-costas;
5. Rodapé frontal;
6. Módulo/quadro;
7. Base regulável;
8. Plataforma de alçapão;
9. Grampo de amarração;
10. Guarda-costas de topo;
11. Rodapé de topo;
12. Diagonal;
13. Tirante.
14. Plataforma metálica.



Figura 4.50 - Andaime (Catari, 2012)

4.14.2.3 Montagem de Linhas de Vida

A montagem da linha de vida revelava-se fundamental para o sucesso do procedimento de segurança. As medidas de prevenção utilizadas foram:

- Durante a colocação da linha vida os operários deverão utilizar o arnês de segurança, corretamente amarrados a elementos da estrutura metálica devidamente estabilizados e seguros;
- O acesso dos trabalhadores aos elementos metálicos para a colocação da linha de vida, deve-se fazer utilizando um estrado provisório;
- As linhas de vida deverão ser aplicadas em todo o perímetro das zonas de trabalho e fixas à estrutura metálica;
- Após a montagem da linha de vida o operário deverá envergar o arnês de segurança, ligado à linha de vida ou a um elemento fixo;
- A utilização da mesma linha de vida deverá limitar-se a um máximo de dois operários.

4.14.2.4 Execução dos trabalhos

Para a realização dos trabalhos realizados na estrutura metálica, as principais medidas de prevenção utilizadas foram:

- Os materiais deverão ser transportados para o local da sua aplicação com o auxílio de um camião-grua;
- É proibida a permanência ou a passagem de operários por debaixo das cargas suspensas, estes deverão encontrar-se ao lado ou acima das cargas;
- A área inferior aos trabalhos deverá encontrar-se devidamente sinalizada, não sendo permitida a execução de outras atividades ou a circulação ou permanência de pessoas;
- Sempre que possível, na área de trabalho deverão ser colocados estrados provisórios;

- Deverá efetuar-se uma inspeção periódica às condições de solidez e estabilidade dos estrados provisório, procedendo-se à sua substituição sempre que for detetada qualquer anomalia.

4.14.2.5 Equipamentos de Proteção Individual

Em função das características inerentes à intervenção realizada na estrutura metálica, foi elaborado um plano de proteção individual. Na tabela seguinte indica-se o equipamento a ser utilizado pelos trabalhadores, no exercício das suas funções.

Tabela 12 – Equipamentos de Proteção Individual (2015)

E.P.I.	PERMANENTE	TEMPORÁRIO
Capacete	X	
Calçado c/palmilha e biqueira resistente	X	
Colete refletor	X²	
Luvas de proteção		X
Arnês de segurança	X	
Óculos de proteção	X	
Máscara de proteção		X
Casaco e Avental de proteção		X

Faz parte das funções da Direção de Obra procurar que a taxa de acidentes na obra seja nula. Para isso é necessário conhecer os procedimentos de segurança e as medidas preventivas inerentes a cada atividade e fazer com que estas sejam cumpridas.

A Telhabel Construções S.A. possui um departamento de Higiene e Segurança, composto por Técnicos Superiores de Segurança no Trabalho, que têm como principal objetivo auxiliar a Direção de

² Durante os trabalhos de soldadura o colete refletor não deveria ser utilizado.

Obra a garantir que seja cumprida a política de Qualidade, Segurança e Ambiente da empresa e que sejam cumpridos todos os requisitos legais inerentes à sua atividade. Para se atingir uma taxa de acidentes de trabalho nula é fundamental existir uma relação próxima e um contacto permanente entre este departamento e a Direção de Obra.

Uma das funções, inerentes ao cargo que me foi atribuído no estágio, era auxiliar o departamento de Higiene e Segurança a elaborar os procedimentos de segurança e as medidas preventivas inerentes a cada atividade. Esta função ganhou um papel mais preponderante quando o Engenheiro Diretor de Obra se encontrou de baixa médica. Nesta altura encontrava-me em contacto permanente com os Técnicos de Segurança no Trabalho, de forma a esclarecer como se iriam desenvolver as atividades na obra, na tentativa de auxiliar a elaboração dos procedimentos de segurança.

A Telhabel Construções S. A. é uma empresa certificada pela APCER no sistema de gestão ambiental e no sistema de gestão da segurança e saúde do trabalho. Para manter este estatuto e para potenciar eventuais melhorias no sistema organizacional, a empresa todos os anos é alvo de duas auditorias. Uma delas é solicitada pela empresa e realizada por uma entidade externa com o objetivo de perceber se estão a ser cumpridos todos os requisitos impostos pelo Sistema de Gestão da Qualidade, Ambiente e Segurança e Saúde no Trabalho (SGQAS), implementado na empresa, e para potenciar eventuais melhorias. A outra auditoria é realizada anualmente pela APCER, com o objetivo de renovarem o certificado.

Nos dias 16, 17 e 18 de Junho foi realizada a auditoria solicitada pela empresa. Os locais auditados foram: a sede da empresa, o estaleiro e a obra “Beneficiação do Edifício da Piscina Municipal de Vila Nova de Cerveira”.

Na data da realização da auditoria o Engenheiro Diretor de Obra encontrava-se de baixa médica, pelo que a administração da empresa indicou que fosse eu a estar presente na auditoria e que respondesse às questões dos auditores.

A auditoria realizada teve nota positiva, sendo apenas indicados aspetos de melhoria.

5 CONCLUSÃO

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório é o resultado de seis meses de estágio em ambiente empresarial. Este estágio revelou ser uma etapa fundamental do meu percurso académico, não só porque foi o primeiro contato com a realidade de obra, mas também porque mostrou ser a forma ideal de desenvolver e aplicar as valências adquiridas durante o percurso académico.

Na primeira fase do estágio, foi-me dada a oportunidade de integrar o departamento de Subempreitadas da Telhabel Construções S.A.. Nesta fase, foi-me confiada a responsabilidade de realizar a prospeção dos fornecedores e subempreiteiros da obra de Reabilitação e Beneficiação do Edifício das Piscinas Municipais de Vila Nova de Cerveira. Ao desempenhar esta função, foi possível adquirir um conhecimento mais aprofundado dos projetos da obra e estudar novas soluções, propostas pelos subempreiteiros. Esta fase teve a duração de cerca de um mês e para além dos aspetos já referidos, foi importante porque permitiu a familiarização com a organização e funcionários da empresa.

Na segunda fase foi-me confiada a função de Diretor de Obra Adjunto, o que permitiu um acompanhamento mais direto da obra e uma participação mais ativa em todos os componentes da mesma. Esta fase, excedendo as minhas expectativas, permitiu que desenvolvesse capacidades técnicas e pessoais. O período que se revelou fundamental para o desenvolvimento destas capacidades, foi quando o Engenheiro Diretor de Obra durante pouco mais de um mês esteve de baixa médica. Nesta altura, a administração da empresa confiou-me as suas funções. Esta atitude revelou existir uma grande confiança nas minhas capacidades, contudo tinha a noção que iria arcar com uma grande responsabilidade.

Sempre com o devido apoio de todos os funcionários da empresa, penso que consegui atingir com os objetivos a que me propus e fazer jus à confiança transmitida pela administração.

Em relação à obra sobre a qual recaiu a atenção durante a realização do estágio, penso que é seguro dizer que o objetivo foi cumprido. Com o empenho e esforço da autarquia (Dono de Obra),

técnicos e empresas envolvidas foi possível remodelar e reabilitar o edifício, modernizando os espaços e os equipamentos que o compõem, adaptando-o à evolução tecnológica e às novas exigências normativas e legais.

Apesar de considerar este projeto um caso de sucesso, foi possível constatar que vivemos num mercado onde predomina uma política de “esmagamento de preços”. A pressão sobre os custos é um princípio seguido na construção em Portugal que se traduz, muitas vezes, em efeitos negativos a nível dos planos de Qualidade e Segurança.

Foi possível comprovar que apesar de esta ser uma política errada, encontra-se muito enraizada no sector da construção em Portugal. É possível verificar que nos dias de hoje ainda se vive muito o presente, sem pensar nas consequências das ações a medio e a longo prazo.

Apesar de nos encontrarmos numa situação socioeconómica bastante delicada, não devemos relegar a Qualidade e a Segurança para segundo plano. Compete-nos a nós, como Engenheiros responsáveis, saber conviver com a diversidade de pressões que possam advir, quer dos preços baixos quer do Dono Obra ou de outro qualquer interveniente no processo, de modo a assegurarmos os níveis de Qualidade e Segurança exigidas.

É necessário uma mudança de mentalidades, uma vez que o investimento na Qualidade, para além de oferecer melhores condições aos utentes e à população em geral, num futuro próximo conduz, inevitavelmente, a retorno económico.

Relativamente à minha experiencia pessoal, para além das componentes de cariz mais técnico que adquiri, já expostas anteriormente, gostaria de destacar as áreas onde considero que desenvolvi competências e conhecimentos que me podem ser uteis na minha vida profissional futura.

Em suma, deixo aqui os pontos que considero mais relevantes:

- Gestão de reuniões;
- Gestão da relação com fornecedores;
- Gestão da relação com Dono de Obra;
- Gestão da relação com subempreiteiros;
- Gestão da relação com operários;
- Garantir cumprimento de prazos;

- Planeamento de Obra;
- Acompanhamento das Auditorias de Qualidade, Ambiente e Segurança.

BIBLIOGRAFIA

Archiproducts. (Agosto de 2015). Obtido de <http://www.archiproducts.com>

Associação Nacional do Fabricantes de Janelas Eficientes. (2012). *Projecto Request* . ANFAJE.

Branco, J. P. (1993). *Revestimentos e Protecções Horizontais e Verticais Em Edifícios* . EPGE.

Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira. (Outubro de 2012). *Projeto: Beneficiação do Edifício da Piscina Municipal* .

Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira. (2015). *Projeto: Beneficiação do Edifício da Piscina Municipal - Alterações*.

Castolin Eutectic. (2009). *Manual de Aplicações em soldagem*. Eutectic do Brasil Ltda.

Catari. (2012). *Produtos*. Obtido de <http://www.catari.net/pt>

CIN. (2014). *Boletim Técnico - C-POX ST170*.

CIN. (2014). *Boletim Técnico - C-POX® ST185 AL FD*.

CIN. (2014). *Boletim Técnico - C-THANE S258*.

Cobzinc. (Agosto de 2015). *Coberturas e Fachadas*. Obtido de <http://www.cobzinc.pt/>

EN ISO 12944-1. (1998).

EN ISO 12944-2. (1998).

European Panel Federation. (s.d.). *Guia de Utilização de OSB*.

FINSTRAL. (2009). *Tudo Sobre o Vidro*. FINSTRAL.

Gentil, V. (s.d.). *Corrosão*. Nova Guanabara.

Gibson, R. F. (s.d.). *Principles of Composite Material Mechanics* . MCGRAW-Hill INTERNATIONAL EDITIONS.

Gibson, R. F. (s.d.). *Principles Of Composite Material Mechanics* . McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS.

glassecviracon. (s.d.). *Termos e definições*. Obtido de <http://www.glassec.com>

Gobar. (Agosto de 2015). Obtido de <http://www.gobar.pt>

Google Maps. (2015). Obtido de <https://www.google.pt/maps>

(2001). *ISO 8501-2*.

(2007). *ISO-8501-1*.

(2003). *ISO-8502-3*.

Navarra. (Setembro de 2015). *Produtos*. Obtido de www.navarraaluminio

ntvglass. (Agosto de 2015). *Produtos/vidro laminado*. Obtido de <http://www.ntvglass.pt>

Pannoni, F. D. (s.d.). *Princípios da Galvanização a Fogo*.

Pereira, E. V. (2006). *Protecção de estruturas*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Portal Met@alica Construção Civil. (Agosto de 2015). *Tipos de metalização por projeção*. Obtido de <http://wwwo.metalica.com.br/>

PROTCOM. (2015). *Metalização*. Obtido de <http://www.portcrom.com.br/>

Reis, A. C. (2013). *Organização e Gestão de Obras*. Edições Técnicas E.T.L.,Lda.

Rodrigues, M. P. (2010). *Protecção de estruturas metálicas - aço, Revestimentos por Pintura*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Tecnofix. (2015). *Ficha técnica*.

Valente, A. J., & M.M. Lobo, V. (s.d.). *Corrosão - Fundamentos Prevenção e Efluentes*. ECEMEI.

Vitrochaves. (2015). *Ficha técnica*.

vmzinc. (Setembro de 2015). Obtido de <http://www.vmzinc.pt>

ANEXOS

Anexo A – Alvará de Construção da Telhabel Construções S.A.

Anexo B – Plantas e alçados do edifício da Piscina Municipal de Vila Nova de Cerveira

Anexo C – Divisão da estrutura em secções

Anexo D – Preparação da intervenção na cúpula

Anexo A



ALVARÁ DE CONSTRUÇÃO Nº 5809

Decreto-Lei n.º 12/2004, de 9 de Janeiro

TELHABEL - CONSTRUÇÕES, S. A.
R NOVA NESPEREIRA 14 EDF 'TELHABEL'
LAGOA
4770-287 LAGOA
Nº Contribuinte 500282013
Empresa inscrita em 27-07-1989 – Validade 31-01-2016

Habilitações		
Categoria	Classe	Subcategoria
1ª Categoria - Edifícios e Património Construído	8	Empreiteiro Geral ou Construtor Geral de Edifícios de Construção Tradicional
	6	Empreiteiro Geral ou Construtor Geral de Edifícios com Estrutura Metálica
	6	Empreiteiro Geral ou Construtor Geral de Edifícios de Madeira
	6	Empreiteiro Geral ou Construtor Geral de Reabilitação e Conservação de Edifícios
	7	1ª Estruturas e elementos de betão
	5	2ª Estruturas metálicas
	6	3ª Estruturas de madeira
	6	4ª Alvenarias, rebocos e assentamento de cantarias
	5	5ª Estuques, pinturas e outros revestimentos
	4	6ª Carpintarias
	4	7ª Trabalhos em perfis não estruturais
	4	8ª Canalizações e condutas em edifícios
	4	9ª Instalações sem qualificação específica
	1	10ª Restauro de bens imóveis histórico-artísticos
2ª Categoria - Vias de Comunicação, Obras de Urbanização e Outras Infra-estruturas	5	Empreiteiro Geral ou Construtor Geral de Obras Rodoviárias
	5	Empreiteiro Geral ou Construtor Geral de Obras Ferroviárias
	5	Empreiteiro Geral ou Construtor Geral de Obras de Urbanização
	4	1ª Vias de circulação rodoviária e aeródromos
	3	2ª Vias de circulação ferroviária
	5	3ª Pontes e viadutos de betão
	3	4ª Pontes e viadutos metálicos
	4	5ª Obras de arte correntes
	4	6ª Saneamento básico
	3	7ª Oleodutos e gasodutos
	4	8ª Calçamentos
	3	9ª Ajardinamentos
	4	10ª Infra-estruturas de desporto e lazer
	4	11ª Sinalização não eléctrica e dispositivos de protecção e segurança
3ª Categoria - Obras Hidráulicas	4	1ª Obras fluviais e aproveitamentos hidráulicos
	4	2ª Obras portuárias
	4	3ª Obras de protecção costeira
	4	4ª Barragens e diques
	4	5ª Dragagens
	4	6ª Emissários
4ª Categoria - Instalações Eléctricas e Mecânicas	5	1ª Instalações eléctricas de utilização de baixa tensão
	4	2ª Redes eléctricas de baixa tensão e postos de transformação
	3	3ª Redes e instalações eléctricas de tensão de serviço até 60 KV
	3	4ª Redes e instalações eléctricas de tensão de serviço superior a 60 KV
	1	5ª Instalações de produção de energia eléctrica
	3	6ª Instalações de tracção eléctrica
	4	7ª Infra-estruturas de telecomunicações
	4	8ª Sistemas de extinção de incêndios, segurança e detecção
	3	9ª Ascensores, escadas mecânicas e tapetes rolantes
	5	10ª Aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração
	3	11ª Estações de tratamento ambiental
	3	12ª Redes de distribuição e instalações de gás
	3	13ª Redes de ar comprimido e vácuo
	3	14ª Instalações de apoio e sinalização em sistemas de transporte
	3	15ª Outras instalações mecânicas e electromecânicas
5ª Categoria - Outros Trabalhos	3	1ª Demolições
	4	2ª Movimentação de terras
	4	3ª Túneis e outros trabalhos de geotecnia
	4	4ª Fundações especiais
	6	5ª Reabilitação de elementos estruturais de betão
	3	6ª Paredes de contenção e ancoragens
	4	7ª Drenagens e tratamento de taludes
	2	8ª Reparações e tratamentos superficiais em estruturas metálicas
	5	9ª Armaduras para betão armado
	5	10ª Cofragens
	4	11ª Impermeabilizações e isolamentos
	5	12ª Andaimos e outras estruturas provisórias
	3	13ª Caminhos agrícolas e florestais

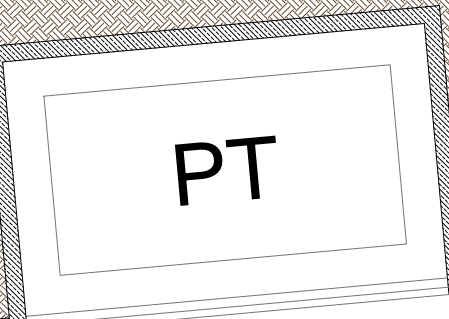
vs. 16

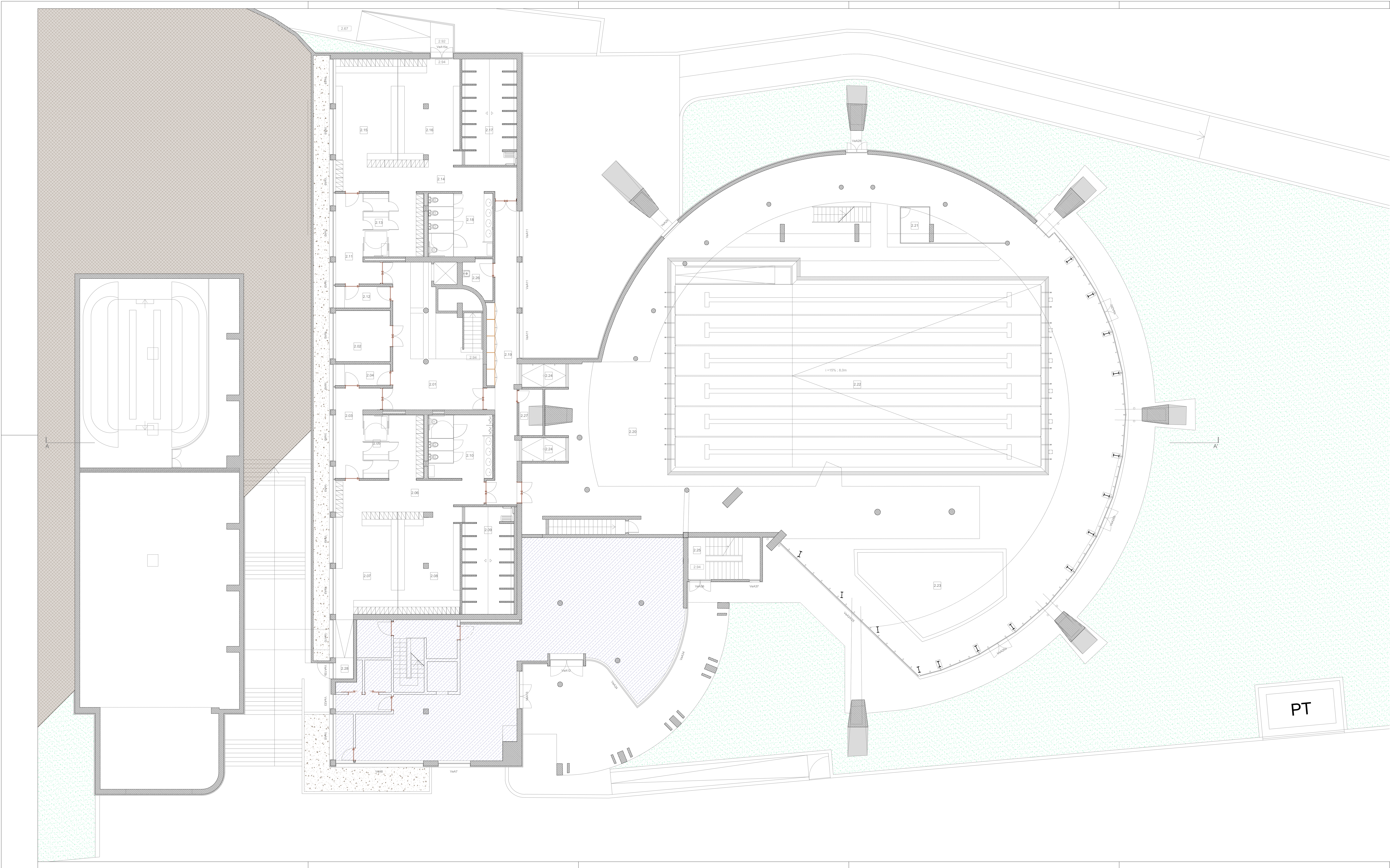
Este documento não substitui a consulta no endereço www.inci.pt

Impresso via www.inci.pt em 22/01/2015 às 18:27

Classe	Valores das obras
1	Até 166.000 €
2	Até 332.000 €
3	Até 664.000 €
4	Até 1.328.000 €
5	Até 2.656.000 €
6	Até 5.312.000 €
7	Até 10.624.000 €
8	Até 16.600.000 €
9	Acima de 16.600.000 €

Anexo B





LEGENDA DE COMPARTIMENTOS

2.01	ATRIO	60.57 m2
2.02	ARRUMOS	12.80 m2
2.03	CIRCULACAO	13.17 m2
2.04	FRIGIDARIO	5.32 m2
2.05	CABINES INDIVIDUAIS	7.80 m2
2.06	CIRCULACAO	30.47 m2
2.07	VESTIARIO COLECTIVO	29.72 m2
2.08	VESTIARIO COLECTIVO	30.56 m2
2.09	BALNEARIOS	27.59 m2
2.10	I.S.	19.05 m2
2.11	CIRCULACAO	13.17 m2
2.12	FRIGIDARIO	5.32 m2
2.13	CABINES INDIVIDUAIS	7.80 m2
2.14	CIRCULACAO	30.47 m2
2.15	VESTIARIO COLECTIVO	29.72 m2
2.16	VESTIARIO COLECTIVO	30.56 m2
2.17	BALNEARIOS	27.59 m2
2.18	I.S.	19.05 m2
2.19	CIRCULACAO	41.75 m2
2.20	CAS DA PISCINA	597.02 m2
2.21	ZONA DO VIGILANTE/ 1º SOCORROS	4.75 m2
2.22	PISCINA GRANDE	314.35 m2
2.23	PISCINA PEQUENA	41.75 m2
2.24	LAVA PÉS	5.05 m2
2.25	CIRCULACAO	15.05 m2
2.26	ABRIGACAO DE MAT. DE LIMPEZA	6.05 m2
2.27	ARRUMOS	5.12 m2
2.28	CIRCULACAO / SADA DE EMERGENCIA	6.60 m2

FRACCAO AUTONOMA



Vila Nova de Cerveira
Município de Vila Nova de Cerveira
Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira

Projeto de Urbanização e Edificação
Título: Projeto de Urbanização e Edificação
Escala: 1:500
Data: 2015

G P P

gestão ambiental e urbana

Projeto de Urbanização e Edificação

Projeto de Urbanização e Edificação

Projeto de Urbanização e Edificação

16.00

0.45

00.00

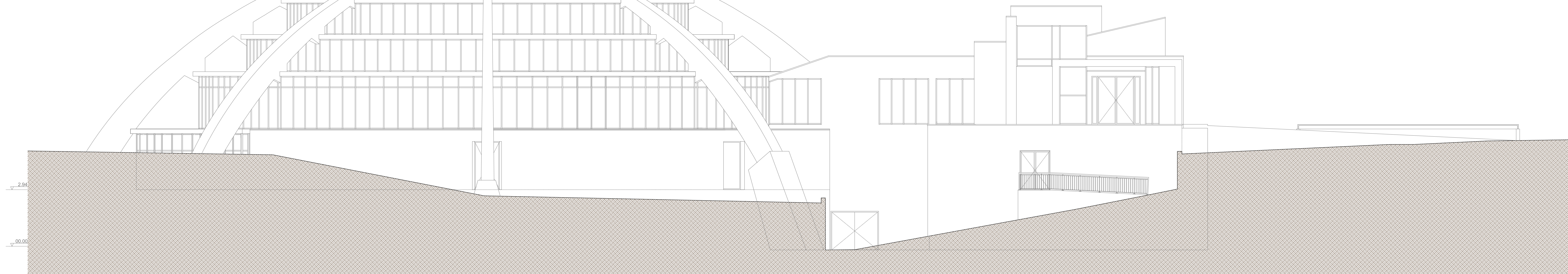


ALÇADO POENTE

16.00

2.94

00.00



ALÇADO NASCENTE

16.00

2.94

ALÇADO SUL

16.00

6.21

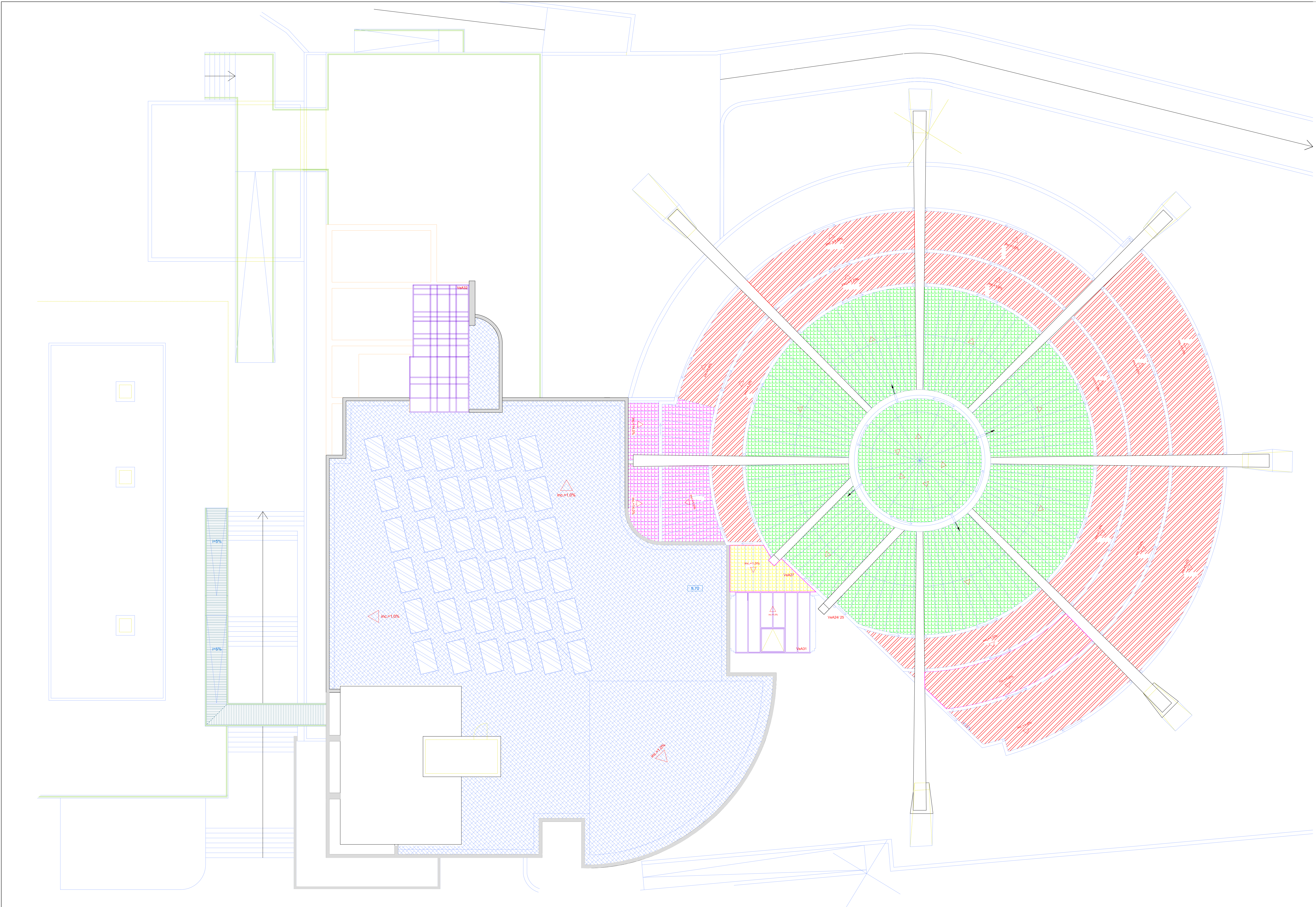
0.49

ALÇADO NORTE



Vila Nova de Cerveira		G P P	
Requalificação da Piscina Municipal		10	
Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira		PRÇA DO MUNICÍPIO / 4920 - 284 VILA NOVA DE CERVEIRA / TEL. 251708020 - FAX. 251708022	

Anexo C



Legenda

- Secção 1
- Secção 2
- Secção 3
- Secção 4

Anexo D

